

524
1995/3

ISSN—0132—1447



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

აოაგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

152

№1

1995

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მთაგბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

524 /
1995/3

პ. 152
ნ 1, 2

20.11.95

(61)

ტომი 152 TOM

№ 1

1995

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

ჟურნალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ჟურნალი „მოამბე“
გამოდის ორ თვეში ერთხელ ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Научный журнал „Сообщения АН Грузии“ выходит в 2
месяца раз на грузинском, русском и английском языках

მთავარი რედაქტორი – აკადემიკოსი ა. თავხელიძე

ს ა რ ე დ ა ქ ტ ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. გამყრელიძე,
თ. გამყრელიძე, გ. გველსიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, გ. კვეციანი, ი. კლუბაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. კობალაძე, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ურუშაძე,
გ. ციციშვილი, გ. ჭოლოშვილი

Главный редактор – академик А.Н. Тавхелидзе

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редактора),
Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаური,
Р. Б. Гордезиანი (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили,
Г. И. Квеситадзе, И. Т. Кигურაძე (заместитель главного редактора),
Т. И. Копалеишвили, Д. Г. Ломинаძე, Р. В. Метревели, Д. Л. Мუსხელიშვილი
(заместитель главного редактора), Т. Н. Ониани, М. Е. Салукваძე (заместитель
главного редактора), Т. Ф. Урушаძე, Г. Ш. Цицишვილი, Г. С. Чогошვილი

პასუხისმგებელი მდივანი ლ. გვერდწითელი

Ответственный секретарь Л. В. Гвердцители

რედაქციის მისამართი: 380008, თბილისი-8, რუსთაველის პრ. 52, ტელ. 99-75-93.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საწარმოო-საგამომცემლო გაერთიანება

„მეცნიერება“, 380060, თბილისი, დ. გამრეკელის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380008, Тбилиси-8, пр. Руставели 52, тел. 99-75-93.

Производственно-издательское объединение АН Грузии „Наука“, 380060,

Тбилиси, ул. Д. Гамрекели 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 12.08.1996. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 8.08.1996. ფორმატი 70x108 1/16.

აწეობილია კომპიუტერზე. ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 10. სააღრიცხვო-

საგამომცემლო თაბახი 10. ტირაჟი 400. შეკვ. N 438. ფასი სახელშეკრულებო.

Сдано в набор 12.01.1996. Подписано к печати 8.08.1996 Формат 70x108 1/16.

Набрано на компьютере. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10. Уч.-изд. л. 10.

Тираж 400. Зак. N . Цена договорная.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, 1995
© Сообщения АН Грузии, 1995

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მ ა თ ე მ ა ტ ი კ ა

- *ნ.კელიძე. " - ცვლადის ფუნქციისათვის სტილტიესის გარდაქმნის ზოგიერთი თვისების შესახებ 15
- *თ.თევზაძე. მრავალი ცვლადის ფუნქციის სიგლუვის კერძო ინტეგრალური მოდულის შეფასების შესახებ 29
- *მ. ბიწაძე. სპეციალურკოეფიციენტებიანი ჭეხადი ტრიგონომეტრიული მწვრივების ჭეხადი ჩეხაროს საშუალოების ზოგიერთი თვისების შესახებ 33
- *გ.ხვედელიძე. გალიორკინის მეთოდი რე-იტერაციით მეორე გვარის განტოლებისათვის 37
- *თ.ხუროძე. დამხმარე კავშირების მეთოდი კონტინუუმ ამოხსნებიან ამოცანებში 40
- *ტ.კვირიკაშვილი. პროექციული გეომეტრიის ძირითადი თეორემის ერთი განზოგადების შესახებ 47
- *გ.ონიანი. ინტეგრალის დიფერენცირების თეორიასთან დაკავშირებული ზოგიერთი დებულება 53

მ ე ქ ა ნ ი კ ა

- *ჯ.ავალიანი, გ.ხუბაშვილი. საპროექციო ეკრანი 56

კ ი ბ ე რ ნ ე ტ ი კ ა

- *გ.ბელთაძე. ამონახსნების არსებობის შესახებ ლექსიკოგრაფიულ სტოქასტიკურ თამაშებში 60
- *ნ.კილასონია. რანჟირებულკრიტერიუმებიანი ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის ერთი ალგორითმის შესახებ 65
- *გ.რამიშვილი. ხმის ინდივიდუალობის განმსაზღვრელ ნიშანთა სისტემის ფორმირება 68

ფ ი ზ ი კ ა

- *ს.ღიბო, თ.კერესელიძე, ი.ნოსელიძე. ორცენტრიანი კულონური ტალღური ფუნქციების ბაზისის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ კვაზიმოლეკულურ გამოთვლებში 76

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საბართმელოს
ეროვნული
ბიბლიოთეკა

- *კ.ყვავაძე, გ.ბასილია, ლ.თარხნიშვილი, დ.იგიტხანიშვილი, მ.ნადარეიშვილი.
ნეიტრონებით დასხივებული LiF-ის კრისტალების
დაბალტემპერატურული სითბოტევადობა 80
- *გ.ჭარუმძიძე, გ.თევზაძე, შ.შაველაშვილი. ელექტრონული გამტარებლობის
ალმასის მიღების შესაძლებლობის შესახებ 86
- ბ ე ო ფ ი ზ ი კ ა**
- *დ.დემეტრაშვილი, ა.კორძაძე. მიწის ზედაპირის ოროგრაფიული
არაერთგვაროვნებით გამოწვეული ატმოსფერული პროცესების
არასტაციონარული სივრცითი მოდელი 90
- *ე.ელიზბარაშვილი, დ.ცანავა. ვეფქტური ტემპერატურები საქართველოს
ტერიტორიაზე 94
- *ვ.ხორგუანი, რ.გვაზავა. ღრუბლიანობის საუკუნოვანი რეჟიმი თბილისში 99
- ო რ ბ ა ნ უ ლ ი ქ ი მ ი ა**
- *გ.ლეკიშვილი, გ.გამზიანი. ორგანულ ნაერთთა სტრუქტურული მსგავსების
შეფასების თეორიულ-გრაფობრივი მეთოდი 102
- ფ ი ზ ი კ ა უ რ ი ქ ი მ ი ა**
- *ნ.ბურკიაშვილი, ნ.ოსიპოვა, თ.ანდრონიკაშვილი. ზოგიერთი კარბომჟავას
ქრომატოგრაფიული მახასიათებლების კავშირი მოძრავი ფაზის
ბუნებასთან თხევად ქრომატოგრაფიაში 107
- ს ა ბ ა ლ ო ტ ა დ ა მ უ შ ა ვ ე ბ ა დ ა ბ ა მ დ ი დ რ ე ბ ა**
- *ლ.მახარაძე, ბ.ბოროხოვიჩი, ა.ბოროხოვიჩი. ქაურის გამყოლზე საჰაერო
ბალიშის მეშვეობით ამწევი ქურქლის დაყრდნობისას დაწოლის
ძალის განსაზღვრა 112
- გ.ბუცხრიკიძე, რ.ენაგელი, ლ.გუჩუა. მდნის დაწვრილმანებისა და სისხოს
მიხედვით დაყოფის პროცესების მართვის საკითხისათვის 113
- ჰ ი დ რ ო ლ ო ბ ი ა**
- *ა.მაჭაყარი. მთის პირობებში წყალსაცავთა კასკადის მშენებლობის
რაციონალური მეთოდის შესახებ 121
- ბ ე ო ლ ო ბ ი ა**
- რ.ფერაძე, თ.ჯანელიძე, ვ.ალფაიძე. არატრადიციული ნედლეულის ახალი
საბაძრო კასპის რაიონში 122

კ ა ლ ე მ ნ ტ ო ლ ო ბ ი ა

- *ი.კვანტალიანი, ლ.სახელაშვილი. *Pulchellia compressissima* – პირველი მონაპოვარია საქართველოს ქვედაბარემულ ნალექებში 129

მ ე ტ ა ლ უ რ ბ ი ა

- *ზ.ლომსაძე, ჯ.ლომსაძე. ლითონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომა-
 რეობის გამოკვლევა ექსცენტრული შემოგრეხვით ქრის დროს 134
 თ.ნამიჩიშვილი. ტიტანის შენადნების ელექტროგლინვის პროცესის
 ენერგომალოვანი პარამეტრების ექსპერიმენტული კვლევა 135

ე ნ ე რ ბ ე ტ ი კ ა

- ე.ქაშაკაშვილი, რ.ქაშაკაშვილი. წყალსაცავით გამოწვეული დატბორვის
 ზარალის დადგენის საკითხისათვის 139
 ავტომატური მართვა და ბამოთვლითი ტექნიკა

- *ი.მიქაძე, რ.კაკუბავა, ნ.ჩამჩევი. რიგები სისტემებში დაგროვებადი
 მტყუნებებითა და ერლანგის შემავალი ნაკადით 151

ბ ო ტ ა ნ ი კ ა

- ლ.კუხალეიშვილი. მასალები მდ. კოდორის აუზის ზემო წელის ლურჯმწვანე
 წყალმცენარეთა (Cyanophyta) შესწავლისათვის 152

ბ ე ნ ე ტ ი კ ა დ ა ს ე ლ ე ტ ი კ ა

- ნ.ბარათაშვილი, ქ.ჩიქვინიძე, ა.შათირიშვილი. მევენახეობაში გამოყენებული
 შხამქიმიკატებით ინდუცირებული სომატური გენეტიკური
 ცვლილებები სოიაში (*Glycine max*) 156

მ ც ე ნ ა რ მ თ ა ფ ი ზ ი ო ლ ო ბ ი ა

- ე.კაპანაძე, მ.ბილანიშვილი. შაქრების შემცველობა ჩვეულებრივი კაკლის
 (*Iuglans regia* L), პეკანისა და (*Carya pecan* Enge) შავი ფიჭვის
 (*Pinus nigra* Arn) მტერის მარცვალში 160

ბ ი ო ქ ი მ ი ა

- ა.სოფრომაძე, დ.გულბანი, ქ.მჭედლიშვილი. ფენილალანინ-ამიაკ-ლიაზას
 ლოკალიზაციის საკითხისათვის ვაზის ფოთლის
 ქლოროპლასტებში 163

- *რ.გაბოკიძე, ლ. ბერიაშვილი. 2-დეზოქსი-D-გლუკოზის ზოგიერთი წარმოებულის გავლენა სუნთქვით პროცესზე 170
- მ ნ ტ ო მ ო ლ ო ბ ი ა**
- ო.გორგაძე, ე.ცხადაია. აღმოსავლეთ საქართველოში გავრცელებული დიდი ციცინათელას (*Lampyris noctiluca*) ბიოლოგიის შესწავლა მისი ხელოვნურად გამრავლების მიზნით 171
- მ ძ ს პ პ რ ი მ ე ნ ტ უ ლ ი მ ე დ ი ც ი ნ ა**
- ზ.ტაბიძე, ლ.ცინცაძე. ინტელექტუალური შრომით დაკავებულ ჯანმრთელ პირთა ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები 175
- *ი.ნადირაძე, ი.დიდებულიძე, თ.ტურაზაშვილი. აეროიონოთერაპიის პერსპექტივები კლინიკურ ონკოლოგიაში 182
- ა რ ძ ე ო ლ ო ბ ი ა**
- ჯ.აფაქიძე. ძველკოლხური სახლმშენებლობის ზოგიერთი საკითხი 184
- მ ნ ა თ მ მ ც ნ ი ე რ ე ბ ა**
- ნ.ძოწენიძე. წონისა და ფიზიკური ძალის აღმნიშვნელ ზედსართავ სახელთა მნიშვნელობისათვის ინგლისურ ენაში 188

СОДЕРЖАНИЕ*

МАТЕМАТИКА

Н.Т.Челидзе. О некоторых свойствах преобразований Стильтьеса для функций n -переменных	13
Т.Ш.Тевзадзе. Оценка частного интегрального модуля гласности функции многих переменных	16
М.Г.Бицадзе. О некоторых свойствах кратных средних Чезаро кратных тригонометрических рядов со специальными коэффициентами	30
Г.Г.Хведелидзе. Метод Галеркина с ре-итерацией для уравнения второго рода	34
Т.А.Хуродзе. О методе вспомогательных связей в задачах с континуумами решений	38
Т.Г.Квирикашвили. Об одном обобщении основной теоремы проективной геометрии	42
Г.Г.Оциани. Некоторые утверждения, связанные с теорией дифференцирования интегралов	49

МЕХАНИКА

Д.И.Авалиани, Г.И.Хубашвили. Проекционный экран	54
---	----

КИБЕРНЕТИКА

Г.Н.Белтадзе. О существовании решения в лексикографических стохастических играх	57
Н.А.Киласония. Об одном алгоритме решения задачи векторной оптимизации при ранжируемых критериях	62
Г.С.Рамишвили. Формирование системы признаков, определяющих индивидуальность голоса	66

ФИЗИКА

С.М.Дибо, Т.М.Кереселидзе, И.Л.Носелидзе. О возможности использования базиса двухцентровых кулоновских волновых функций в квазимолекулярных расчетах	70
К.А.Квавадзе, Г.Г.Басилия, Л.А.Тархнишвили, Д.Д.Игитханишвили, М.М.Надареишвили. Низкотемпературная теплоемкость облученных нейтронами кристаллов LiF	78
Г.С.Карумидзе, Г.А.Тевзадзе, Ш.Ш.Шавелашвили. О возможности получения алмаза электронной проводимости	82

ГЕОФИЗИКА

Д.И.Деметрашвили, А.А.Кордзадзе. Нестационарная пространственная модель атмосферных процессов, обусловленных орографической неоднородностью подстилающей поверхности	87
Э.Ш.Элизбарашвили, Д.К.Цанава. Эффективные температуры на территории Грузии	92
В.Г.Хоргуани, Р.А.Гвазава. Вековой режим облачности в Тбилиси	96

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г.Н.Лекишвили, Г.А.Гамзиани. Теоретико-графовой подход к оценке структурного подобия органических соединений 100

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н.О.Буркиашвили, Н.А.Осипова, Т.Г.Андроникашвили. Связь хроматографических характеристик некоторых низших карбоновых кислот с природой подвижной фазы в жидкостной хроматографии 104

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Л.И.Махарадзе, Б.А.Борохович, А.И.Борохович. Определение усилий на проводники ствола при опирании на них подъемных сосудов через воздушную подушку в зависимости от типа ее уплотнения 109
- *Г.Д. Буцхрикидзе, Р.П.Энагели, А.Г.Гучуа. К вопросу управления процессами измельчения и разделения руды по крупности 115

ГИДРОЛОГИЯ

- А.П.Макацария. О рациональном методе строительства каскада водохранилищ в горных условиях 117

ГЕОЛОГИЯ

- *Р.В.Перадзе, Т.В.Джанелидзе, В.С.Алпаидзе. Новое месторождение нетрадиционного сырья в Каспском районе 124

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- И.В.Кванталиани, Л.З.Сахелашвили. *Pulchellia compressissima* — первая находка в нижнебарремских отложениях Грузии 126

МЕТАЛЛУРГИЯ

- З.Дж.Ломсадзе, Дж.М.Ломсадзе. Исследование напряженно-деформированного состояния металла при резке эксцен тричным закручиванием 131
- *Т.Г.Намичеишвили. Экспериментальное исследование энергосиловых параметров процесса электропрокатки титановых сплавов 137

ЭНЕРГЕТИКА

- *В.Кашакашвили, Р.Кашакашвили. К вопросу установления ущерба, приносимого затоплением водохранилища 145

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- И.С.Микадзе, Р.В.Какубава, Н.Ф.Чамчев. Очереди в системах с накапливающимися отказами и эрланговским входящим потоком 146

БОТАНИКА

- *А.К.Кухалеишвили. Материалы к изучению синезеленых водорослей (Cyanophyta) верхнего течения бассейна р. Кодори 155

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- *Н.А.Бараташвили, К.Р.Чиквинидзе, А.Ф.Шатиришвили. Соматические генетические изменения в сое, индуцированные ядохимикатами, применяемыми в виноградарстве 159

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- *Е.Е.Капанадзе, М.С.Биланишвили. Содержание сахаров в пыльце ореха грецкого, пекана и сосны черной 161

БИОХИМИЯ

- *А.И.Сопромадзе, Д.И.Гулбани, К.Ш.Мчедlishვი. К вопросу локализации фенилаланин-аммиак-лиазы в хлоропластах листьев виноградной лозы 165
- Р.А.Гахокидзе, Л.Т.Бериашвили. Влияние некоторых производных 2-дезоксидеокси-D-глюкозы на процесс дыхания 167

ЭНТОМОЛОГИЯ

- *О.А.Горгадзе, Э.Цхадая. К изучению биологии большого светляка (*Lampyris noctiluca*) в Восточной Грузии с целью искусственного размножения 174

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- *З.Ш.Табидзе, А.А.Циццадзе. Показатели гемокоагуляции здоровых лиц, занятых умственным трудом 178
- И.Ш.Надирадзе, И.К.Дидебулидзе, Т.Г.Туразашвили. Перспективы аэроионотерапии в клинической онкологии 180

АРХЕОЛОГИЯ

- *Д.Б. Апакидзе. Некоторые вопросы древнекопского домостроительства 186

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- *Н.А.Дзоценидзе. О значении прилагательных, обозначающих вес и физическую силу в английском языке 191

CONTENTS*

MATHEMATICS

*N.Chelidze. About Some Properties of the Stieltjes Transformation for a Function of n Variables	15
*T.Tevzadze. On an Estimate of the Partial Integral Smoothness Modulus of Functions of Several Variables	29
*M. Bitsadze. On Some Properties of Cezaro Multiple Means of Multiple Trigonometric Series with Special Coefficients	33
*G.Khvedelidze. Galerkin Method with Re-Iteration for a Second Kind Equation	37
*T. Khurodze. Supporting Links Method in Continuum Solution Problems	41
*T.Kvirikashvili. On Generalization of Fundamental Theorem of Projective Geometry	47
*G.Oniani. Some Statements Connected with the Theory of Differentiation of Integrals	53

MECHANICS

*J.Avaliani, G.Khubashvili. Projection Screen	56
---	----

CYBERNETICS

*G.Beltadze. About the Existence of Solutions in the Lexicographic Stochastic Games	61
*N.Kilasonia. On an Algorithm of Solving the Vector Optimization Problem with Ranked Criteria	65
*G.Ramishvili. Formation of the Features System Determining Voice Individuality	69

PHYSICS

*S.Dibo, T.Kereselidze, I.Noselidze. On the Possible Use of the Basis of Two-Coulomb-Centre Wave Functions in the Quasimolecular Calculations	77
*K.Kvavadze, G.Basilaia, D.Igitkhanishvili, L.Tarkhnishvili, M.Nadareishvili. Low-Temperature Heat-Capacity of Neutron Irradiation of LiF Crystals	80
*G.Karumidze, G.Tevzadze, Sh.Shavelashvili. On the Possibility of Diamond of Electron Conductivity Production	86

GEOPHYSICS

*D.Demetrashvili, A.Kordzadze. A Nonstationary Spatial Model of Atmospheric Processes Caused by Orographic Inhomogeneity of the Underlying Surface	91
*E. Elizbarashvili, D. Tsanova. Effective Temperatures on the Territory of Georgia	95
*V.Khorguani, R.Gvazava. The Century Cloudiness Regime in Tbilisi	99

* A title marked with an asterisk refers to Summary

ORGANIC CHEMISTRY

- *G.Lekishvili, G.Gamziani. Theoretical-Graphical Approach to the Estimation of the Structural Similarity of Organic Compounds 103

PHYSICAL CHEMISTRY

- *N.Burkiashvili, N.Osipova, T.Andronikashvili. The Connection of the Chromatographic Characteristics of Some Carboxylic Acids with the Mobile Phase in Liquid Chromatography 107

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- *L.Makharadze, B.Borokhovich, A.Borokhovich. Determination of Effort on the Conductor of Hanger under Pressure of Lifting Mechanism through Air Pillow 112
- *G.Butskhrikidze, R.Enageli, L.Guchua. On the Control Processes of Ore Grinding and Separation by the Size 115

HYDROLOGY

- *A. Makatsarya. On the Rational Method of Construction Cascades of Reservoirs under Mountainous Conditions 121

GEOLOGY

- *R.Peradze, T.Janelidze, V.Alpaidze. A New Deposit of Nontraditional Raw Material in Kaspi District 124

PALAEONTOLOGY

- *I.Kvantaliani, L.Sakhelashvili. *Pulchellia compressissima* – First Occurrence in the Lower Barremian Deposits of Georgia 130

METALLURGY

- *Z. Lomsadze, J. Lomsadze. Investigation of Stress-Strain State of Metal During the Shearing with Eccentric Twisting 134
- *T. Namicheishvili. Experimental Investigation of Power Parameters of Titanium Alloys Electric Rolling Processes 138

POWER ENGINEERING

- *V.Kashakashvili, R.Kashakashvili. To the Problem of Loss after the Reservoir Flooding 145

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- *I.Mikadze, R.Kakubava, N.Chamchev. Queue in the Systems with Accumulative Faults and Erlang Arrivals 151

BOTANY

- *L.Kukhaleishvili. The Materials to Study Blue-Green Algae (Cyanophyta) in Upper Part of the River Kodori Basin 155

GENETICS AND SELECTION

- *N.Baratashvili, K.Chikvinidze, A.Shatirishvili. Somatic Genetic Changes in Soybean Glycine Max Under the Action of Poison Used in Viticulture 159

PLANT PHYSIOLOGY

- *E.Kapanadze, M.Bilanishvili. The Content of Sugar in Pollens of Walnut, Pecan and Black Pine Trees 162

BIOCHEMISTRY

- *A.Sopromadze, D.Gulbani, K.Mchedlishvili. On the Localization of Phenylalanine-Ammonia-Lyase in Chloroplasts of Grapevine Leaves 166
- *R.Gakhokidze, L.Berishvili. The Influence of Some 2-Deoxy-D-Glucose Derivatives on Respiratory Process 170

ENTOMOLOGY

- *O.Gorgadze, E.Tskhadaia. Investigation of Biology of the Big Firefly (Lampyris Noctiluca) in Eastern Georgia with a View of Artificial Reproduction 174

EXPERIMENTAL MEDICINE

- *Z.Tabidze, L.Tsintsadze. Hemocoagulation Values in Healthy Persons Busy in Mental Work 179
- *I.Nadiradze, I.Didebulidze, T.Turazashvili. Perspectives of Aeroionotherapy in Clinical Oncology 182

ARCHAEOLOGY

- *J. Apakidze. Some Questions of Ancient Colchian House-Building 186

LINGUISTICS

- *N.Dzotsenidze. Synonymic-Antonymic Relationships Between the Adjectives Denoting Weight and Strength in the English Language 191

Н.Т.Челидзе

О некоторых свойствах преобразований Стильтьеса для функций n -переменных

(Представлено академиком А.В.Жижианиви 17.11.1993)

В одномерном случае хорошо изучены разные свойства преобразований Лапласа-Стильтьеса [1-3].

В настоящей статье изложены некоторые свойства преобразований Стильтьеса для функций n -переменных.

Если провести произведение двух преобразований Лапласа

$$f(x_1, \dots, x_n) = \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} e^{-x_1 t_1 - \dots - x_n t_n} \varphi(t_1, \dots, t_n) dt_1 \dots dt_n$$

и

$$\varphi(t_1, \dots, t_n) = \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} e^{-\xi_1 t_1 - \dots - \xi_n t_n} \Psi(\xi_1, \dots, \xi_n) d\xi_1 \dots d\xi_n,$$

то формально получаем преобразование

$$f(x_1, \dots, x_n) = \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} \frac{\Psi(t_1, \dots, t_n) dt_1 \dots dt_n}{\prod_{k=1}^n (x_k + t_k)},$$

называемое преобразованием Стильтьеса для функций n -переменных, или интегральным уравнением Стильтьеса. Однако ниже будет рассматриваться более общий случай и будет изучаться следующее преобразование:

$$f(s_1, \dots, s_n) = \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} \frac{d\alpha(t_1, \dots, t_n)}{\prod_{k=1}^n (s_k + t_k)}. \quad (1)$$

Теорема 1. Если интеграл (1) сходится в точке (s'_1, \dots, s'_n) для неотрицательных s'_k , $k=1, n$, то он сходится для всех точек n -мерного множества $[0, \infty; \dots; 0, \infty]$.

Теорема 2. Если интеграл (1) сходится при любых $s_k \geq 0$, $k=1, n$, то он сходится равномерно на любом n -мерном интервале

$$R_0 = [a_1, b_1; \dots; a_n, b_n], \quad a_i \leq b_i < \infty, \quad i=1, n.$$

Следствие. Если интеграл (1) сходится к $f(s_1, \dots, s_n)$ для положительных s_k , $k=1, n$, то при $m_k = 0, 1, 2, \dots, k=1, n$

$$\frac{\partial^{m_1+\dots+m_n} f(s_1, \dots, s_n)}{\partial s_1^{m_1} \dots \partial s_n^{m_n}} = (-1)^{m_1+\dots+m_n} \times m_1! \dots m_n! \int_0^\infty \dots \int_0^\infty \frac{d\alpha(t_1, \dots, t_n)}{\prod_{k=1}^n (s_k + t_k)^{m_k+1}}.$$

Теорему 2 можно распространить на случай, когда в интеграле (1)

$$\prod_{k=1}^n (s_k + t_k)^{-1} \text{ заменено выражением } \prod_{k=1}^n (s_k + t_k)^{-p_k} \text{ для } p_k > 0, k=1, n.$$

Теперь приведем некоторые асимптотические свойства преобразований Стильбеса.

Теорема 3. Если интеграл (1) сходится и

$$\alpha(1, t_2, \dots, t_n) = \alpha(t_1, 1, \dots, t_n) = \dots = \alpha(t_1, \dots, t_{n-1}, 1) = o(n-1),$$

$$\text{то } \lim_{t_1, \dots, t_n \rightarrow \infty} \frac{\alpha(t_1, \dots, t_n)}{\prod_{k=1}^n t_k} = 0$$

$$\text{Следствие. Если интеграл } f(s_1, \dots, s_n) = \int_0^\infty \dots \int_0^\infty \frac{d\alpha(t_1, \dots, t_n)}{\prod_{k=1}^n (s_k + t_k)^{p_k}}$$

сходится, то при $p_k > 0, k=1, n$ и вышесказанных условиях (2) теоремы 3 будем иметь

$$\lim_{t_1, \dots, t_n \rightarrow \infty} \frac{\alpha(t_1, \dots, t_n)}{\prod_{k=1}^n t_k^{p_k}} = 0. \quad (3)$$

Заметим, что свойство (3) функции $\alpha(t_1, \dots, t_n)$ при $p_k=1, k=1, n$, будучи необходимым условием сходимости интеграла (1), не является достаточным, что показывает следующий пример. Пусть

$$\alpha(t_1, \dots, t_n) = \int_0^{t_1} \dots \int_0^{t_n} \frac{du_1 \dots du_n}{\prod_{k=1}^n \log(u_k + 2)}.$$

Тогда $\alpha(t_1, \dots, t_n) = o(t_1 \dots t_n)$ при $t_1, \dots, t_n \rightarrow \infty$. Тем не менее, очевидно, что интеграл

$$\int_0^\infty \dots \int_0^\infty \frac{dt_1 \dots dt_n}{\prod_{k=1}^n (s_k + t_k) \log(t_k + 2)}$$

расходится при $s_k=2, k=1, n$, следовательно, и везде.

Теорема 4. Если для некоторых $\gamma_k, k=1, n$,

$\alpha(t_1, \dots, t_n) = O\left(t_1^{1-\gamma_1} \dots t_n^{1-\gamma_n}\right)$ при $t_1, \dots, t_n \rightarrow \infty$, то интеграл (1) сходится.

Теорема 5. Если интеграл (1) сходится и

$$\alpha(0, t_2, \dots, t_n) = \alpha(t_1, 0, \dots, t_n) = \dots = \alpha(t_1, \dots, t_{n-1}, 0) = 0,$$

то

$$d_{s_1^{m_1} \dots s_n^{m_n}}^{(m_1 + \dots + m_n)} f(s_1, \dots, s_n) \sim (-1)^{(m_1 + \dots + m_n)} \times m_1! \dots m_n! \alpha(0+, \dots, 0+) \prod_{k=1}^n s_k^{-(m_k+1)}$$

при $s_k \rightarrow 0, k=1, n$

и

$$d_{s_1^{m_1} \dots s_n^{m_n}}^{(m_1 + \dots + m_n)} f(s_1, \dots, s_n) = o\left(\prod_{k=1}^n s_k^{-m_k}\right),$$

при

$s_k \rightarrow \infty, k=1, n; m_k=0, 1, 2, \dots, k=1, n.$

Тбилисский государственный
университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 25.11.1993)

მათემატიკა

ნ.ჭელიძე

n-ცვლადის ფუნქციისათვის სტილტიესის გარდაქმნის
ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

წინამდებარე სტატიაში ჩვენი მიზანია შევისწავლით *n*-ცვლადის
ფუნქციისათვის სტილტიესის გარდაქმნის თვისებები.

MATHEMATICS

N.Chelidze

About Some Properties of the Stieltjes Transformation for a
Function of *n* Variables

Summary

In the present paper our object is to study some properties of the Stieltjes
transformation for a function of *n* variables.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. D.V.Widder. The Laplace Transform. London. 1946.
2. E.V.Chelidze. Pour une Transformation de Laplace. Algérie, 1987.
3. D.V.Widder. Trans. Amer. Mathem. Society. 43, 1938, 7-60.

УДК 517.51

МАТЕМАТИКА

Т.Ш.Тевзадзе

Оценка частного интегрального модуля гласности функции многих переменных

(Представлено академиком А.В.Жиглашвили 10.12.1993)

Пусть $R_K (K \geq 1)$ k -мерное евклидово пространство с обыкновенными операциями и \vec{k} обозначает целочисленным мультииндекс, т.е. $\vec{n} = (n_1, \dots, n_K)$, $n_i = 0, 1, \dots$, $(i = 1, \dots, K)$, $\vec{0} = (0, \dots, 0)$, $\vec{1} = (1, \dots, 1)$

Следуя А.В.Жиглашвили [1], допустим, что $M = (1, \dots, K)$, $B \in M$, $B' = CM \setminus B$. Символом \vec{x}_B будем обозначать такую точку из R_K координаты которой с индексами из множества B совпадают с соответствующими координатами точки \vec{x} , а координаты же с индексами из множества B' — нули.

Пусть $\lambda(\vec{n})$ — число тех координат вектора \vec{n} , которые равняются нулю. Предположим также, что 2π — периодическая относительно каждой из переменных функций $f \in L_1(T_K)$ для некоторого $p > 1$, является четной относительно переменных χ_i и $i \in B$ нечетной относительно χ_j , $j \in B'$, а

$$\sigma_K(f) = \sum_{n=0} 2^{-\lambda(\vec{n})} a_{\vec{n}}(f) \prod_{i \in B} \cos n_i \chi_i \prod_{j \in B'} \sin n_j \chi_j$$

является рядом Фурье данной функции, где

$$a_{\vec{n}}(f) = \frac{1}{\pi^K} \int_{T_K} f(\vec{x}) \prod_{i \in B} \cos n_i \chi_i \prod_{j \in B'} \sin n_j \chi_j d\vec{x}$$

коэффициенты Фурье функции f .

Затем, если $I_i = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$ и

$$\Delta(a_{\vec{n}}, \{i\}) = a_{\vec{n}} - a_{\vec{n} + I_i},$$

где $(a_{\vec{n}})$ — K -кратная числовая последовательность, то символом $\Delta(a_{\vec{n}}, B)$ обозначают выражение, которое получается последовательным применением операции Δ по тем переменным, индексом которых составляют множество B .

Выражение



$$\omega_p^{*(m_B)}(h_B, f) = \sup_{\|h_B\| \leq h_B} \left\{ \int_{T_k} \Delta_{m_B}^* f(\vec{x}, t_B)^p d\vec{x} \right\}^{\frac{1}{p}}$$

будем называть частным интегральным модулем гладкости порядка m_B , где

$$\Delta_m^* f(\vec{x}, t_B) = \sum_{\mu_B = \vec{0}}^{m_B} (-1)^{\mu_B} C_{m_B}^{\mu_B} f[x_B + (m_B - 2\mu_B)t_B \cdot x_{B'}].$$

Определение. Скажем, что $f \in AW^p$, $1 < p < \infty$, если

$$\sum_{i=1}^r i^{p-2} \left(\sum_{i=1}^r \Delta(a_i, B) \right)^p < \infty.$$

Теорема. Пусть $f \in AW^p$, $1 < p < \infty$. Тогда

$$\omega_p^{*(m_B)}(h_B, f) \leq$$

$$\leq A_{m_B, p} \sum_{i_B=1}^r i_B^{p-2} \left\{ \sum_{i \in B} \left(\sum_{\mu \in B_1}^{N_\mu} \sum_{i_\nu = N_\nu + 1}^r \prod_{\nu \in B_1'} N_\nu^{-m_\nu} i_\mu^{(m_\mu + 1)p-2} \prod_{\nu \in B_1'} i_\nu^{p-2} \right) \left(\sum_{i=1}^r \Delta(a_i, B) \right)^p \right\},$$

где $N_\mu = \begin{bmatrix} 1 \\ h_\mu \end{bmatrix}$, $\forall B_1 \subset B$, $B_1' = C_B B_1$, $\prod_{\mu \notin B_1} i_\mu^{(m_\mu + 1)p-2} \equiv 1$,

если $B_1 = \emptyset$, а $\prod_{i \in B_1'} i_i^{p-2} \equiv 1$, если $B_1' = \emptyset$.

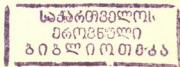
Доказательство. Докажем теорему в двумерном случае для функции четной относительно каждой из переменных. Имеем

$$\Delta_m^* f(x, y; h) = \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \sum_{i=1}^r \sum_{k=1}^r a_{i,k} \cos i[x + (m - 2\mu)h] \cos ky =$$

$$= \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \left(\sum_{i=1}^{\lfloor \frac{1}{x} \rfloor} \sum_{k=1}^r a_{i,k} \cos i[x + (m - 2\mu)h] \cos ky + \right.$$

$$\left. + \sum_{i=\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1}^r \sum_{k=1}^r a_{i,k} \cos i[x + (m - 2\mu)h] \cos ky \right) = B_1 + B_2. \quad (1)$$

Для B_1 будем иметь



$$\begin{aligned}
 B_1 = & \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \left\{ \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y}\right]} a_{i,k} \cos i[x + (m - 2\mu)h] \cos ky + \right. \\
 & \left. + \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=\left[\frac{1}{y}\right]+1}^{\infty} a_{i,k} \cos i[x + (m - 2\mu)h] \cos ky = B_1^1 + B_2^2. \right. \quad (2)
 \end{aligned}$$

Легко доказать, что

$$\begin{cases}
 (-1)^{\frac{m}{2}} 2^m \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y}\right]} a_{i,k} \cos ix \sin^m ih \cos ky, & \text{при четной } m, \\
 (-1)^{\frac{m-1}{2}} 2^m \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y}\right]} a_{i,k} \sin ix \sin^m ih \cos ky, & \text{при нечетной } m.
 \end{cases}$$

Для любого натурального m и $a > 0$ в силу неравенства Харди [9, с. 308]

$$\begin{aligned}
 \int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} |B_1|^p dx dy & \leq A_{m,p} h^{mp} \int_1^{\frac{1}{2mh}} \int_1^{\frac{1}{a}} (xy)^{-2} \left(\sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y}\right]} i^m |a_{i,k}| \right)^p dx dy \leq \\
 & \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh}\right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a}\right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-r} |a_{i,k}|^p. \quad (3)
 \end{aligned}$$

В силу преобразования Абеля получаем

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+l}^{\infty} a_{i,k} \cos ky & = \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+l}^{\infty} \Delta^k a_{i,k} D_k(y) - a_{i,\left[\frac{l}{y}\right]+l} D_{\left[\frac{l}{y}\right]+l}(y) = \\
 & = \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+l}^{\left[\frac{l}{a}\right]} \Delta^k a_{i,k} D_k(y) + \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+l}^{\infty} \Delta^k a_{i,k} D_k(y) - a_{i,\left[\frac{l}{y}\right]+l} D_{\left[\frac{l}{y}\right]+l}(y).
 \end{aligned}$$

*) Через $A, A_m, A_{m,p}$ обозначаются положительные числа, зависящие лишь от указанных параметров

Поэтому

$$\left| B_i^2 \right|^p \leq A_{m,p} h^{mp} \left\{ \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+1}^{\left[\frac{l}{a}\right]} \Delta^k a_{i,k} D_k(y) + \sum_{k=\left[\frac{l}{a}\right]+1}^{\infty} \Delta^k a_{i,k} D_k(y) - a_{i,\left[\frac{l}{y}\right]+1} \frac{D_l(y)}{y} - a_{i,\left[\frac{l}{y}\right]+1} \frac{D_l(y)}{y} \right\}^p = \sum_{j=1}^3 B_1^2(j) \quad (4)$$

Относительно $B_1^2(1)$, применяя лемму 1 [3], находим

$$\begin{aligned} \int_{2mh}^{\infty} \int_a^{\infty} (B_1^2(2))^p dx dy &\leq A_{m,p} h^{mp} \int_1^{\frac{1}{2mh}} \int_1^{\frac{1}{a}} (xy)^{-2} y^{-p} \left(\sum_{i=1}^{\lfloor y \rfloor} \sum_{k=\lfloor y \rfloor}^{\lfloor \frac{l}{a} \rfloor} i^m |\Delta^k a_{i,k}| \right)^p \leq \\ &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{l}{2mh}\right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{l}{a}\right]} r^{-2} s^{p-2} \left(\sum_{i=1}^r \sum_{k=s}^{\infty} i^m |\Delta^k a_{i,k}| \right)^p \leq \\ &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{l}{2mh}\right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{l}{a}\right]} j^{(m+1)} s^{p-2} \left(\sum_{k=s}^{\infty} |\Delta^k a_{j,k}| \right)^p. \end{aligned} \quad (5)$$

Так как

$$(B_1^2(2))^p \leq A_{m,p} h^{mp} y^{-p} \left(\sum_{i=1}^{\lfloor y \rfloor} i^m \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+1}^{\infty} |\Delta^k a_{i,k}| \right)^p,$$

то, опять применяя лемму 1 из работы [3], получаем

$$\begin{aligned} \int_{2mh}^{\infty} \int_a^{\infty} (B_1^2(2))^p dx dy &\leq A_{m,p} h^{mp} a^{1-p} \sum_{j=1}^{\left[\frac{1}{2mh}\right]} j^{(m+1)p-2} \left(\sum_{k=\left[\frac{l}{a}\right]+1}^{\infty} |\Delta^k a_{j,k}| \right)^p \leq \\ &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{j=1}^{\left[\frac{1}{2mh}\right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{l}{a}\right]} j^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{k=S+1}^{\infty} |\Delta^k a_{j,k}| \right)^p. \end{aligned} \quad (6)$$

Далее

$$(B_1^2(3))^p \leq A_{m,p} h^{mp} \left(\sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x} \right]} i^m \left| a_{i, \left[\frac{1}{y} \right] + 1} \right| \right)^p y^{-p}.$$

Поэтому

$$\begin{aligned} \int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} (B_1^2(3))^p dx dy &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{-2} \left(\sum_{i=1}^r |a_{i,s}| \right)^p s^{p-2} \leq \\ &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{-2} \left(\sum_{i=1}^r |a_{i,s}| \right)^p s^{p-2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Учитывая (3), (4), (5), (6) и (7), находим

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} B_1^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} i^{(m+1)p-2} k^{p-2} \left(\sum_{s=k}^{\sigma} |\Delta^s a_{i,s}| \right)^p. \quad (8)$$

Относительно B_2 имеем

$$B_2 = \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right] + 1}^{\sigma} \left(\sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} + \sum_{k=\left[\frac{1}{y} \right] + 1}^{\sigma} \right) a_{i,k} \cos[x + (m-2\mu)h] \cos ky = B_2^1 + B_2^2.$$

Для B_2^1 , в силу преобразования Абеля, имеем

$$\begin{aligned} B_2^1 = \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} \cos ky \left\{ \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \left(\sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right] + 1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} + \sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right] + 1}^{\sigma} \right) \Delta^i a_{i,k} D_i[x + (m-2\mu)h] - \right. \\ \left. - a_{\left[\frac{1}{x} \right] + 1, k} \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu D_{\left[\frac{1}{x} \right]} [x + (m-2\mu)h] \right\} = \sum_{j=1}^3 B_2^1(j). \end{aligned} \quad (9)$$

Используя опять преобразование Абеля, лемму 3 и 5 [3], получаем

$$B_2^1(j)^p \leq A_{m,p} h^{mp} \chi^{-p} \left\{ \sum_{K=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} \sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right] + 1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^m \left| \Delta^i a_{i,K} \right| \right\}^p \leq$$

$$\leq A_{m,p} h^{mp} \chi^{-p} \left\{ \sum_{K=1}^{\left[\frac{1}{Y} \right]} \left(\sum_{i=\left[\frac{1}{X} \right]+1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^{m-1} \sum_{v=i}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} |\Delta^v a_{v,K}| + \left[\frac{1}{X} \right]^m \sum_{v=i}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} |\Delta^v a_{v,K}| \right) \right\}^p.$$

Отсюда

$$\begin{aligned} \int_{2mh a}^{\infty} \int_{1}^{\infty} |B_2^1(1)|^p dx dy &\leq A_{m,p} h^{mp} \int_{1}^{\frac{1}{2mh a}} \int_{1}^{\frac{1}{x}} x^{p-2} y^{-2} \sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right]+1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^{m-1} \sum_{v=i}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} |\Delta^v a_{v,k}| dx dy + \\ &+ A_{m,p} h^{mp} \int_{1}^{\frac{1}{2mh a}} \int_{1}^{\frac{1}{x}} x^{mp-2} y^{-2} \sum_{v=\left[\frac{1}{x} \right]}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} |\Delta^v a_{v,k}| dx dy \leq \\ &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} |\Delta^i a_{i,k}| \right)^p + \\ &A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} |\Delta^r a_{r,k}|^p. \end{aligned} \tag{10}$$

Очевидно, что

$$|B_2^1(2)|^p \leq A_{m,p} X^{-p} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{Y} \right]} \left(\sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right]+1}^{\infty} |\Delta^i a_{i,k}| \right).$$

Поэтому легко показать, что

$$\begin{aligned} \int_{2mh a}^{\infty} \int_{1}^{\infty} |B_2^1(2)|^p dx dy &\leq A_{m,p} h^{1-h} \sum_{S=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} s^{p-2} \left(\sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right]+1}^{\infty} |\Delta^i a_{i,k}| \right)^p \leq \\ &\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{S=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} |\Delta^i a_{i,k}| \right)^p. \end{aligned} \tag{11}$$

Далее, в силу леммы 3 [3], находим

$$\int_{2mh a}^{\infty} \int_{1}^{\infty} |B_2^1(3)|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{S=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} \left(\sum_{k=1}^S |a_{r,k}| \right)^p \leq$$

$$\leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} |\Delta^r a_{r,s}|^p. \quad (12)$$

Принимая во внимание (9), (10), (11) и (12), получаем

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} B_2^1 \left| dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} \left(\sum_{i=1}^s |a_{r,s}| \right)^p. \quad (13)$$

Применяя преобразование Харди для B_2^2 , будем иметь

$$\begin{aligned} B_2^2 \leq & a_{\left[\frac{1}{x} \right]+1, \left[\frac{1}{y} \right]+1} \left| \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu D_{\left[\frac{1}{x} \right]} \left[x + (m-2\mu)h \right] \left| D_{\left[\frac{1}{y} \right]}(y) \right| + \right. \\ & \left. + \left| \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu D_{\left[\frac{1}{x} \right]} \left[x + (m-2\mu)h \right] \left| \sum_{k=\left[\frac{1}{y} \right]+1}^{\infty} \left(a_{\left[\frac{1}{x} \right]+1, k} - a_{\left[\frac{1}{x} \right]+1, k+1} \right) D_k(y) \right| + \right. \right. \\ & \left. + \left| D_{\left[\frac{1}{y} \right]}(y) \left| \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right]+1}^{\infty} \left(a_{i, \left[\frac{1}{y} \right]+1} - a_{i+1, \left[\frac{1}{y} \right]+1} \right) D_i \left[x + (m-2\mu)h \right] \right| + \right. \\ & \left. + \left| \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right]+1}^{\infty} \sum_{j=\left[\frac{1}{y} \right]+1}^{\infty} \Delta_{11} a_{i,k} D_i \left[x + (m-2\mu)h \right] D_j(y) \right| = \sum_{j=1}^4 B_2^2(j). \end{aligned}$$

Используя лемму 3 [3], легко находим, что

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} B_2^2 \left| dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2}. \quad (14)$$

Аналогично

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} B_2^2 \left| dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{s=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} s^{p-2} |a_{r,s}|^p \left(\sum_{k=s}^s |a_{r,k}| \right)^p. \quad (15)$$

Относительно $B_2^2(3)$ получаем

$$\left| B_2^2(3) \right|^p \leq A_{m,p} h^{mp} x^p y^p \left\{ \left(\sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right]+1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} + \sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right]+1}^{\infty} a \right) i^m \left| \Delta^i a_{i, \left[\frac{1}{y} \right]+1} \right| \right\}^p = A+B.$$

Анализируя рассуждение при оценке (10), будем иметь

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} A dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{S=1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} |\Delta^k a_{r,k}| \right)^p. \quad (16)$$

Аналогично

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} B dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{S=1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} |\Delta^j a_{i,S}| \right)^p. \quad (17)$$

Далее

$$B_2^2(A) \leq A_m \left\{ h^m \sum_{xy} \left[\sum_{i=\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} i^m |\Delta_{11} a_{i,k}| \right] + h^m \sum_{xy} \left[\sum_{i=\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} i^m |\Delta_{11} a_{i,k}| \right] + \frac{1}{xy} \sum_{i=\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor + 1}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| + (xy)^{-l} \sum_{i=\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor + 1}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{a} \rfloor + 1}^{\infty} i^m |\Delta_{11} a_{i,k}| \right\} = \sum_{j=1}^4 T_j.$$

Очевидно, что

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} T_1^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{S=1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} r^{p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} i^m |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p.$$

Если для суммы в скобках применим преобразование Абеля и затем используем лемму 1 [3], то легко получаем (см. (10))

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} T_1^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{S=1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p. \quad (18)$$

Аналогично

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_a^{\pi} T_1^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} a^{l-p} \sum_{r=1}^{\lfloor \frac{l}{2mh} \rfloor} r^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{l}{a} \rfloor + 1}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\lfloor \frac{1}{2mh} \rfloor} \sum_{S=1}^{\lfloor \frac{1}{a} \rfloor} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{r,k}| \right)^p, \quad (19)$$

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} T_3^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p, \quad (20)$$

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} T_4^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p \quad (21)$$

Учитывая (18), (19), (20) и (21), находим

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} |B_2^2(4)|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p. \quad (22)$$

Принимая во внимание (14), (15), (16), (17), (22), получаем

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} |B_2^2|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p. \quad (23)$$

Наконец, имея в виду (13) и (23), будем иметь

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} |B_2|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p.$$

Следовательно, учитывая (8), заключаем

$$\int_{2mh a}^{\pi} \int_{2mh a}^{\pi} |\Delta_{m,f}^*|^p \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p.$$

Рассмотрим теперь интеграл

$$\int_0^{2mh a} \int_0^{2mh a} |\Delta_{m,f}^*| dx dy.$$

Имеем

$$\begin{aligned} |\Delta_{m,f}^*| \leq A_{m,p} h^m & \left(\sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right] \left[\frac{1}{a} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} i^m |a_{i,k}| + \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^m \sum_{k=\left[\frac{1}{a} \right]+1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} |a_{i,k}| + \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \left| \sum_{k=\left[\frac{1}{y} \right]+1}^{\infty} a_{i,k} \cos ky \right| \right) + \\ & + A \sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right]+1}^{\left[\frac{1}{x} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} |a_{i,k}| + A \sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right]+1}^{\left[\frac{1}{x} \right]} \left| \sum_{k=\left[\frac{1}{y} \right]+1}^{\infty} a_{i,k} \cos ky \right| + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + A \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} \left| \sum_{k=\left[\frac{1}{x} \right]+1}^{\infty} a_{i,k} \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \cos i[x + (m-2\mu)h] \right| + \\
 & + A \left| \sum_{i=\left[\frac{1}{x} \right]+1}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{1}{y} \right]}^{\infty} a_{i,k} \sum_{\mu=0}^m (-1)^\mu C_m^\mu \cos i[x + (m-2\mu)h] \cos ky \right| = \sum_{j=1}^7 Q_j. \quad (24)
 \end{aligned}$$

Если $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ то, в силу неравенства Гельдера, находим

$$\int_0^{2mh} \int_0^q Q_1^p dx dy \leq A_m h^m \int_0^{2mh} \int_0^q \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{a} \right]} i^{(m+1)p-2} k^{p-2} |a_{i,k}|^p dy \quad (25)$$

Далее, используя неравенство Харди [2], будем иметь

$$\begin{aligned}
 \int_0^{2mh} \int_0^q Q_2^p dx dy & \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^{(m+1)p-2} \int_{\frac{1}{a}}^q y^{-2} \left(\sum_{K=\left[\frac{1}{a} \right]+1}^{\left[\frac{1}{y} \right]} |a_{i,K}| \right)^p dy \leq \\
 & \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^{(m+1)p-2} \sum_{K=\left[\frac{1}{a} \right]+1}^{\infty} k^{-2} \left(\sum_{S=\left[\frac{1}{a} \right]+1}^K |a_{i,S}| \right)^p \leq \\
 & \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} \sum_{k=\left[\frac{1}{a} \right]+1}^{\infty} i^{(m+1)p-2} k^{p-2} |a_{i,k}|^p. \quad (26)
 \end{aligned}$$

Применяя преобразование Абеля, получаем

$$\begin{aligned}
 Q_3 & = A_m h^m \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^m \left| -a_{i,\left[\frac{1}{y} \right]} D_{\left[\frac{1}{1} \right]}(l) + \sum_{K=\left[\frac{1}{y} \right]}^{\infty} \Delta^K a_{i,K} D_K(l) \right| \leq \\
 & \leq A_m h^m \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^m \left(\left| -a_{i,\left[\frac{1}{y} \right]} \right| y^{-l} + y^{-l} \sum_{K=\left[\frac{1}{y} \right]+1}^{\infty} \left| \Delta^K a_{i,K} \right| \right) = Q_3^l + Q_3^2.
 \end{aligned}$$

Используя опять неравенство Гельдера, легко покажем, что

$$\int_0^{2mb} \int_0^a |(Q_3^1)|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\lfloor \frac{1}{2mb} \rfloor} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{a} \rfloor + 1}^{\infty} i^{(m+1)p-2} k^{p-2} |a_{i,k}|^p. \quad (27)$$

Аналогично оцениваются Q_3^2, Q_4, Q_5 [3, 4.1.12].

Далее, если m - нечетное число, то

$$Q_7 = A \times$$

$$\times \left| \sum_{\mu=0}^{\frac{m-1}{2}} + \sum_{\mu=\frac{m+1}{2}}^m (-1)^\mu C_m^\mu \sum_{i=\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1}^{\infty} a_{i,k} \cos i[x + (m-2\mu)h] \cos ky \right| = Q_7^1 + Q_7^2$$

В силу преобразования Харди, будем иметь

$$\begin{aligned} Q_7^1 = & A \sum_{\mu=0}^{\frac{m-1}{2}} (-1)^\mu C_m^\mu \left\{ a_{\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1, \lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1} D_{\lfloor \frac{1}{x} \rfloor} [x + (m-2\mu)h] D_{\lfloor \frac{1}{y} \rfloor} (y) - \right. \\ & - D_{\lfloor \frac{1}{x} \rfloor} [x + (m-2\mu)h] \sum_{k=\lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1}^{\infty} \Delta^k a_{\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1, k} D_k (y) - D_{\lfloor \frac{1}{y} \rfloor} (y) \sum_{i=\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1}^{\infty} \Delta^i \times \\ & \left. \times a_{i, \lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1} D_i [x + (m-2\mu)h] + \sum_{i=\lfloor \frac{1}{x} \rfloor + 1}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{y} \rfloor + 1}^{\infty} \Delta_{11} a_{i,k} D_i [x + (m-2\mu)h] D_k (y) \right\} = \sum_{j=1}^4 Q_7^j(j) \end{aligned}$$

Легко показать, что

$$\int_0^{2mb} \int_0^a |Q^*(4)|^p dx dy \leq A_{m,p} \sum_{i=\lfloor \frac{1}{2mb} \rfloor + 1}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{a} \rfloor + 1}^{\infty} (ik)^{p-2} \left(\sum_{r=i}^{\infty} \sum_{s=k}^{\infty} |\Delta_{11} a_{r,s}| \right)^p.$$

Аналогичные оценки имеют место и для $Q_7^j(j)$, $j=1, 2, 3$, следовательно

$$\int_0^{2mb} \int_0^a |Q_7^j|^p dx dy \leq A_{m,p} \sum_{i=\lfloor \frac{1}{2mb} \rfloor + 1}^{\infty} \sum_{k=\lfloor \frac{1}{a} \rfloor + 1}^{\infty} (ik)^{p-2} \left(\sum_{r=i}^{\infty} \sum_{s=k}^{\infty} |\Delta_{11} a_{r,s}| \right)^p. \quad (28)$$

Применяя опять преобразование для Q_7^2 , получаем

$$\begin{aligned}
 Q_7^2 = & \sum_{\mu=0}^{\frac{m-1}{2}} (-1)^\mu C_m^\mu \left\{ a_{\left[\frac{1}{x}\right]+1, \left[\frac{1}{y}\right]+1} D_{\left[\frac{1}{x}\right]} [x - (2\mu + 1)h] D_{\left[\frac{1}{y}\right]} (y) - \right. \\
 & - D_{\left[\frac{1}{x}\right]} [x - (2\mu + 1)h] \sum_{k=\left[\frac{1}{y}\right]+1}^{\infty} \Delta^k a_{\left[\frac{1}{x}\right]+1, k} D_k (y) - \\
 & - D_{\left[\frac{1}{y}\right]} (y) \sum_{i=\left[\frac{1}{x}\right]+1}^{\infty} \Delta^i a_{i, \left[\frac{1}{y}\right]+1} D_i [x - (2\mu + 1)h] + \\
 & \left. + \sum_{i=\left[\frac{1}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{1}{y}\right]+1}^{\infty} \Delta_{11} a_{i, k} D_i [x - (2\mu + 1)h] D_k (y) = \sum_{j=1}^4 Q_7^2 (j). \right.
 \end{aligned}$$

Очевидно, что достаточно оценить

$$\begin{aligned}
 \int_0^{2mh} \int_0^a Q_7^2 (4)^p dx dy & \leq A_{m,p} \int_a^{\infty} y^{p-2} \int_0^{2mh} \sum_{\mu=0}^{\frac{m-1}{2}} \left\{ \sum_{i=\left[\frac{1}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{1}{y}\right]+1}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i, k}| |D_i [x - (2\mu + 1)h]| \right\}^p dx dy \leq \\
 & \leq A_{m,p} \sum_{x=\left[\frac{1}{a}\right]+1}^{\infty} s^{p-2} \int_0^{2mh} \sum_{\mu=0}^{\frac{m-1}{2}} \left\{ \sum_{i=\left[\frac{1}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=s}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i, k}| \right\}^p dx.
 \end{aligned}$$

Анализируя оценку $X_9^{(2)}(4)$ из работы [3], заключаем

$$\int_0^{2mh} \int_0^a Q_7^2 (7)^p dx dy \leq A_{m,p} \sum_{r=\left[\frac{1}{2mh}\right]+1}^{\infty} \sum_{s=\left[\frac{1}{a}\right]+1}^{\infty} (rs)^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=s}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i, k}| \right)^p. \quad (29)$$

Принимая во внимание (26), (27), (28) и (29), получаем

$$\int_0^{2mh} \int_0^a \Delta_m^* f^p dx dy \leq A_{m,p} \sum_{r=\left[\frac{1}{2mh}\right]+1}^{\infty} \sum_{s=\left[\frac{1}{a}\right]+1}^{\infty} (rs)^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=s}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i, k}| \right)^p.$$

Аналогично рассматривается случай, когда m - четное число.

Далее

$$\Delta_m^* f = \left\{ \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{a}\right]} + \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=\left[\frac{1}{a}\right]+1}^{\left[\frac{1}{y}\right]} + \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{x}\right]} \sum_{k=\left[\frac{1}{y}\right]+1}^{\infty} + \sum_{i=\left[\frac{1}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\left[\frac{1}{a}\right]} + \right.$$

$$\left. \sum_{i=\left[\frac{l}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{l}{a}\right]+1}^{\infty} \left[\frac{l}{y}\right] + \sum_{i=\left[\frac{l}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+1}^{\infty} \right\} \sum_{\mu=0}^m (-1)^{\mu} C_m^{\mu} a_{i,k} \cos i[x+(m-2\mu)h] \cos ky = \sum_{j=1}^6 P_j$$

Достаточно рассмотреть P_6 . Применим преобразование Харди

$$P_6 = \sum_{\mu=0}^m (-1)^{\mu} C_m^{\mu} \left\{ a_{\left[\frac{l}{x}\right]+1, \left[\frac{l}{y}\right]+1} D_{\left[\frac{l}{x}\right]}[x+(m-2\mu)h] D_{\left[\frac{l}{y}\right]}(y) - D_{\left[\frac{l}{x}\right]} \times \right. \\ \times [x+(m-2\mu)h] \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+1}^{\infty} \Delta^k a_{\left[\frac{l}{x}\right]+1, k} D_k(y) - D_{\left[\frac{l}{y}\right]}(y) \sum_{i=\left[\frac{l}{x}\right]+1}^{\infty} \Delta^i a_{i, \left[\frac{l}{y}\right]+1} \times \\ \left. \times D_i[x+(m-2\mu)h] + \sum_{i=\left[\frac{l}{x}\right]+1}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+1}^{\infty} \Delta_{i1} a_{i,k} D_i[x+(m-2\mu)h] D_k(y) \right\} = \sum_{j=1}^4 P_6(j). \quad (30)$$

В силу леммы 3 [3], легко находим

$$\int_{2mh}^{\infty} \int_0^1 |P_6(1)|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \int_1^{2mh} x^{(m+1)p-2} \int_{\frac{1}{a}}^1 y^{p-2} \left| a_{\left[\frac{l}{x}\right]+1, \left[\frac{l}{y}\right]+1} \right|^p dx dy \leq \\ \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\left[\frac{l}{2mh}\right]} \sum_{k=\left[\frac{l}{a}\right]+1}^{\infty} i^{(m+1)p-1} k^{p-2} a_{i,k}^p. \quad (31)$$

Аналогично оцениваются и интегралы от $P_6(2), P_6(3)$.

Так как

$$P_6(4) \leq A_m h^m (xy)^{-1} \sum_{i=\left[\frac{l}{x}\right]+1}^{\left[\frac{l}{2mh}\right]} i^m \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]+1}^{\infty} |\Delta_{i1} a_{i,k}| + A(xy)^{-1} \sum_{i=\left[\frac{l}{2mh}\right]}^{\infty} \sum_{k=\left[\frac{l}{y}\right]}^{\infty} |\Delta_{i1} a_{i,k}|,$$

то, в силу леммы 1 [3],

$$\int_{2mh}^{\infty} \int_0^1 |P_6(4)|^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{l}{2mh}\right]} r^{(m+1)p-2} \sum_{s=1}^{\left[\frac{l}{a}\right]} s^{p-2} \left(\sum_{k=s}^{\infty} |\Delta_{i1} a_{i,k}| \right)^p +$$

$$+ A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{l}{2mh} \right]} r^{(m+1)p-2} \sum_{S=\left[\frac{l}{a} \right]}^{\infty} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{k=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p. \quad (32)$$

Принимая во внимание (30), (31) и (32), получаем

$$\int_{2mh}^{\pi} \int_0^{\pi} \Delta_m^* f^p dx dY \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{r=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} r^{(m+1)p-2} S^{p-2} \left(\sum_{i=r}^{\infty} \sum_{K=S}^{\infty} |\Delta_{11} a_{i,k}| \right)^p$$

Аналогичными рассуждениями находим, что

$$\int_0^{2mh} \int_0^{\pi} \Delta_m^* f^p dx dy \leq A_{m,p} h^{mp} \sum_{i=1}^{\left[\frac{1}{2mh} \right]} i^{(m+1)p-2} k^{p-2} \left(\sum_{r=i}^{\infty} \sum_{s=k}^{\infty} |\Delta_{11} a_{r,s}| \right)^p +$$

$$+ A \sum_{i=\left[\frac{1}{2mh} \right]+1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} (ik)^{p-2} \left(\sum_{r=i}^{\infty} \sum_{s=k}^{\infty} |\Delta_{11} a_{r,s}| \right)^p.$$

Теорема доказана.

Тбилисский государственный
 университет им.И.А.Джавახишвили

(Поступило 22.12.1993)

მათემატიკა

თ.თევზაძე

მრავალი ცვლადის ფუნქციის სიგლუვის კერძო ინტეგრალური მოდულის
 შეფასების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

დამტკიცებულია თეორემა, რომელიც იძლევა მრავალი ცვლადის გარკვეული
 კლასის ფუნქციის სიგლუვის კერძო ინტეგრალური მოდულის შეფასებას ამ
 ფუნქციის ფურიეს კოეფიციენტების საშუალებით.

MATHEMATICS

T.Tevzadze

On an Estimate of the Partial Integral Smoothness Modulus of Function of
 Several Variables

S u m m a r y

The theorem on estimate of the partial integral smoothness modulus of a function of
 several variables of certain class by means of the Fourier coefficients of the function is
 proved.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.В. Жижиншвили*. Некоторые вопросы теории тригонометрических рядов Фурье и их сопряженных. Тбилиси, 1993.
2. *Г. Харди, Д. Литтлвуд, С. Поля*. Неравенства. М., 1948.
3. *Т.Ш.Тевзадзе*. Некоторые вопросы теории функции. Т. II. Тбилиси, 1981, 31-91.

М.Г.Бицадзе

О некоторых свойствах кратных средних Чезаро кратных тригонометрических рядов со специальными коэффициентами

(Представлено академиком А.В.Жижианшвили 5.11.1993)

1. Ниже приведем некоторые обозначения и определения. Они в основном введены в работах А.В.Жижианшвили [1,2] и автора [3,4]. Через R^n обозначается n -мерное евклидово пространство с обычными линейными операциями. Точки из R^n будем обозначать символами $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, ... Будем предполагать, что

$$T^n = [-\pi; \pi]^n, \quad \|x\| = \left\{ \sum_{i=1}^n x_i^2 \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Пусть $k = (k_1, k_2, \dots, k_n)$, $(k_i = 0, 1, \dots, i = \overline{1, n})$. Символом $(a_k)_{k \geq 0}$ обозначается n -кратная последовательность вещественных чисел. $\lambda(k)$ означает числа всех тех координат вектора k , которые равны нулю.

Затем, если $e_j = (0, 0, \dots, 1, \dots)$, то положим

$$\Delta(a_k, \{i\}) = a_k - a_{k+e_i}.$$

Далее, пусть $M = \{1, 2, \dots, n\}$ и B – произвольное непустое подмножество из M . Тогда символом $\Delta(a_k, B)$ обозначаем выражение, которое получается последовательным применением операции Δ относительно тех координат вектора k , индексы которых составляют множество B .

Определение 1. Последовательность $(a_k)_{k \geq 0}$ называют убывающей в смысле Харди [5], если для любого непустого подмножества B из M имеем

$$\Delta(a_k, B) \geq 0, \quad k \in N_0^n.$$

Определение 2. Последовательность $(a_k)_{k \geq 0}$ будем называть выпуклой, если для произвольного непустого подмножества B из M и любого $B_1 \subset B$ верны следующие соотношения:

$$\Delta[\Delta(a_k, B), B_1] \geq 0, \quad \forall k \in N_0^n.$$

Будем рассматривать n -кратные тригонометрические ряды следующего вида

$$\sum_{K \geq 0} 2^{-\lambda(K)} a_K \prod_{i \in B} \cos k_i x_i \prod_{j \in B'} \sin k_j x_j, \quad (1)$$

где $B' \in C_M B$. Частные суммы ряда (1) по n -мерным прямоугольникам обозначаем

$$S_m(x, B) = \sum_{k > 0} 2^{-\lambda(k)} a_k \prod_{i \in B} \cos k_i x_i \prod_{j \in B'} \sin k_j x_j. \quad (2)$$

Если

$$\lim_{\|k\| \rightarrow \infty} a_k = 0 \quad (3)$$

и

$$\sum_{k \geq 0} |\Delta(a_k, M)| < +\infty, \quad (4)$$

то положим

$$R_m = \sum_{\substack{B \subset M \\ B \neq M}} \left(\sum_{k_{i_1}=0}^{m_{i_1}} \sum_{k_{i_2}=0}^{m_{i_2}} \dots \sum_{k_{i_v}=0}^{\infty} \sum_{k_{i_1}=m_{i_1}}^{\infty} \sum_{k_{i_2}=m_{i_2}}^{\infty} \dots \sum_{k_{i_\lambda}=m_{i_\lambda}}^{\infty} |\Delta(a_k, M)| \right), \quad (5)$$

где $v = \text{Card} B$ и $\lambda = \text{Card} B'$. Нетрудно заметить, что

$$\lim_{m \rightarrow \infty} R_m = 0. \quad (6)$$

Далее, предположим, что A_i^β [6, с.130,131] — числа Чезаро, точнее

$$A_i^\beta = \frac{(\beta + 1)(\beta + 2) \dots (\beta + i)}{i!}, \quad \beta \neq -1, \beta \neq -2, \dots, i = 1, 2, 3, \dots$$

Положим $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, $\alpha_j \neq -1$, $\alpha_j \neq -2, \dots$. Если $S_k(x, B)$ определено соотношением (2), то выражения

$$t_m^\alpha(x, B) = \prod_{i=1}^n A_m^{\alpha_i} \sum_{k \geq 0} \prod_{i=1}^n A_{m_i - k_i}^{\alpha_i - 1} S_k(x, B) \quad (7)$$

будем называть n -кратными средними Чезаро ряда (1).

Затем, если функция $f \in L^p(T^n)$, $p \in (0, 1)$, то

$$\|f\|_p \equiv \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_{T^n} |f(x)|^p dx \right\}^{1/p}.$$

Следует добавить, что при $p \in (0, 1)$ пространство $L^p(T^n)$ — ненормируемо.

В дальнейшем сходимость или суммируемость методом Чезаро ряда (1) (в точке, почти всюду, в смысле пространства $L^p(T^n)$) понимается в смысле Штольца Прингсхейма. Когда сумма ряда (1) имеет смысл, то она обозначается символом $f_B(x)$. Если ряд (1) является рядом Фурье некоторой функции $f_B \in L(T^n)$, то будем предполагать (см. 7), что

$$t_m^\alpha(x, B) \equiv t_m^\alpha(x, f, B).$$

2. В работе [7] нами были изложены некоторые результаты, связанные со свойствами однократных средних Чезаро однократных тригонометрических рядов со специальными коэффициентами. В настоящей работе приводятся их многомерные аналоги.

Теорема 1. Предположим, что последовательность $(a_k)_{k \geq 0}$ удовлетворяет условиям (3) и (4); а $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, $\alpha_i > 0$ ($i = 1, n$).

Тогда для любого $p \in (0, 1)$ и произвольного $B \subset M$ будем иметь

$$\sup_m |t_m^\alpha(x, B)| \in L^p(T^n)$$

и

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \|t_m^\alpha(\cdot, B) - f_B(\cdot)\|_p = 0.$$

Следует добавить, что если R_m определено соотношением (5) (см. и 6), то

$$\|t_m^\alpha(\cdot, B) - f_B(\cdot)\|_p \leq A(n) \frac{1}{\prod_{i=1}^n A_{m_i}^{\alpha_i}} \sum_{k \geq 0} \prod_{i=1}^n A_{m_i - k_i}^{\alpha_i - 1} R_k, \quad (8)$$

где $A(n)$ – положительная константа, зависящая от n .

Теорема 2. Пусть последовательность $(a_k)_{k \geq 0}$ удовлетворяет условиям (3) и (4). Предположим, что $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ и $\alpha_i > 0$ ($i = 1, n$), тогда

$$\|t_m^\alpha(\cdot, f_M, M)\|_1 \leq A(n, \alpha, f).$$

Теорема 3. Пусть $(a_k)_{k \geq 0}$ последовательность убывает в смысле Харди. Предположим, что $B \subset M$, $p \in (0, 1)$ и $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ с $\alpha_i \in (-1, 0)$ ($i = 1, n$).

а) Если

$$\prod_{i=1}^n (k_i + 1)^{-\alpha_i} a_k \leq A, \quad k \in N_0^n, \quad A \in (0, +\infty), \quad (9)$$

то

$$\sup_m |t_m^\alpha(x, B)| \in L^p(T^n).$$

б) Если

$$\lim_{\|m\| \rightarrow \infty} \prod_{i=1}^n (k_i + 1)^{-\alpha_i} a_k = 0, \quad (10)$$

то

$$\lim_{\|m\| \rightarrow \infty} \|t_m^\alpha(\cdot, B) - f_B(\cdot)\|_p = 0.$$

Теорема 4. Предположим, что $(a_k)_{k \geq 0}$ – выпуклая последовательность с условием (3). Пусть $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ и $\alpha_i \in (-1, 0)$ ($i = 1, 2, \dots$).

а) Если выполнено (9), то

$$\|t_m^\alpha(\cdot, f_M, M)\|_1 \leq A(\alpha, f, n). \quad (11)$$

ბ) Если имеет место (10), то

$$\lim_{\|m\| \rightarrow \infty} \left\| t_m^\alpha(\cdot, f_M, M) - f_M(\cdot) \right\|_1 = 0.$$

Следует добавить, что в соотношении (11) положительная константа $A(\alpha, f, n)$ зависит лишь от указанных параметров.

Тбилисский гос. университет
им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 29.12.1993)

მათემატიკა

მ. ბიწაძე

სპეციალურკოეფიციენტებიანი ჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების
ჯერადი ჩეზაროს საშუალოების ზოგიერთი თვისების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში მოყვანილია დებულებები, რომლებიც აბასიათებენ ჯერადი
სპეციალურკოეფიციენტებიანი ტრიგონომეტრიული მწკრივების ჯერადი ჩეზაროს
საშუალოების მაჟორანტების ინტეგრებადობისა და აღნიშნული საშუალოების
 $L^p(T^n)$, $p \in (0, 1]$ სივრცის მეტრიკით კრებადობის საკითხებს.

MATHEMATICS

M. Bitsadze

On Some Properties of Cezaro Multiple Means of Multiple Trigonometric Series with Special Coefficients

Summary

The assertions characterizing the problems integrability of majorants of multiple
Cezaro means of special multiple trigonometric series and of their convergence in
 $L^p(T^n)$, $p \in (0, 1]$ are considered in the paper

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.В.Жижиашвили*. Некоторые вопросы теории тригонометрических рядов Фурье и их сопряженных. Тбилиси, 1993.
2. *Л.В.Жижиашвили*. Некоторые вопросы многомерного гармонического анализа. Тбилиси, 1983.
3. *М.Г.Бицадзе*. В сб.: Некоторые вопросы теории функций. Т. III. Тбилиси, 1986, 3-30.
4. *М.Г.Бицадзе*. Там же, 31-65.
5. *G.H. Hardy*. Quart. J. Math., **37**, 1905, 53-79.
6. *А.Зигмунд*. Тригонометрические ряды. Т. 1. М., 1965.
7. *М.Г.Бицадзе*. Сообщ. АН Грузии. **151**, 3, 1995, 376-382.



Г.Г.Хведелидзе

Метод Галеркина с ре-итерацией для уравнения второго рода

(Представлено академиком Т.В.Бурчуладзе 22.04.1994)

Рассмотрим операторное уравнение второго рода [1]

$$u - Ku = f, \quad u \in E, \quad f \in E, \quad (1)$$

где E — банахово пространство, $K: E \rightarrow E$ — линейный ограниченный оператор.

Предположим, что уравнение (1) решается методом Галеркина [1]. Это означает, что заданы последовательности замкнутых подпространств E_1, E_2, \dots и соответствующих проекторов $P_1, P_2, \dots, E_n \subset E, D(P_n) \subset E, E_n \subset D(P_n), P_n(D(P_n)) = E_n, K(E) \subset D(P_n), f \in D(P_n)$, а приближенное уравнение имеет вид $u_n - P_n K u_n = P_n f, u_n \in E_n$. (2)

Известно [1]: если оператор $I-K$ непрерывно обратим, $\|P^{(n)}K\| \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$ ($P^{(n)} \equiv I - P_n$), то для достаточно больших n аппроксимирующее уравнение (2) имеет единственное решение u_n и справедливо неравенство

$$C_1 \|P^{(n)}u\| \leq \|u - u_n\| \leq C_2 \|P^{(n)}u\|, \quad n \geq n_0. \quad (3)$$

Будем считать, что приближенное решение u_n уравнения (2) найдено. Как в работе [2], возьмем итерацию

$$\tilde{u}_n = K u_n + f. \quad (4)$$

Элемент $\tilde{u}_n \in E$ удовлетворяет уравнению

$$\tilde{u}_n - K P_n \tilde{u}_n = f. \quad (5)$$

Из (1) и (4) имеем $(I - K P_n)(u - \tilde{u}_n) = K P^{(n)}u$.

Если оператор $I-K$ непрерывно обратим и $\|K P^{(n)}\| \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$, то для достаточно больших n существует обратный ограниченный оператор $(I - K P_n)^{-1}$. Поэтому

$$\|u - \tilde{u}_n\| \leq \|(I - K P_n)^{-1}\| \cdot \|K P^{(n)}u\| \leq C \|K P^{(n)}\| \cdot \|P^{(n)}u\|, \quad n \geq n_0. \quad (6)$$

Оценки (3) и (6) показывают, что итерация повышает порядок сходимости; повышение определяется величиной $\|K P^{(n)}\|$.

Рассмотрим теперь уравнение второго рода [3]

$$u^{(1)} - K u^{(1)} = r_1, \quad (7)$$

где $r_1 = f - \tilde{u}_n + K \tilde{u}_n = (I - K)u - (I - K)\tilde{u}_n = (I - K)(u - \tilde{u}_n)$.

Метод Галеркина для уравнения (7) дает приближенное уравнение

$$u_n^{(1)} - P_n K u_n^{(1)} = P_n r_1. \quad (8)$$

Приближенные уравнения (2) и (8), как их соответствующие точные уравнения (1) и (7), отличаются лишь правыми частями.

Опять возьмем итерацию [3]

$$\tilde{u}_n^{(1)} = K u_n^{(1)} + r_1 = (I - KP_n)^{-1} r_1.$$

Аналогично определяются $\tilde{u}_n^{(2)}, \tilde{u}_n^{(3)}, \dots, \tilde{u}_n^{(k)}$ и строится приближенное решение $\hat{u}_n^{(k)} = \tilde{u}_n + \tilde{u}_n^{(1)} + \dots + \tilde{u}_n^{(k)}$.

Справедливо следующее соотношение

$$u - \hat{u}_n^{(k)} = (I - KP_n)^{-1} KP^{(n)} (u - \hat{u}_n^{(k-1)}) = ((I - KP_n)^{-1} KP^{(n)})^2 (u - \hat{u}_n^{(k-2)}) = \dots = ((I - KP_n)^{-1} KP^{(n)})^{k+1} u.$$

Теорема 1. Если оператор $I - K$ непрерывно обратим и $\|KP^{(n)}\| \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$, то для метода Галеркина с ре-итерацией справедлива оценка погрешности

$$\|u - \hat{u}_n^{(k)}\| \leq C^{k+1} \|KP^{(n)}\|^{k+1} \cdot \|P^{(n)} u\|. \quad (9)$$

В работе [3] сходимость рассматривается при $k \rightarrow \infty$, для чего требуется, чтобы норма оператора $\|(I - KP_n)^{-1} KP^{(n)}\| < 1$. В отличие от [3] мы рассматриваем сходимость при $n \rightarrow \infty$ и поэтому указанное требование становится излишним.

2. В пространстве $L_2(0, 1)$ рассмотрим интегральное уравнение Фредгольма второго рода

$$u(x) - \int_0^1 K(x, t) u(t) dt = f(x). \quad (10)$$

Пусть $\varphi_1, \varphi_2, \dots$ полная система ортонормированных полиномов (степенных и тригонометрических).

Приближенное решение по методу Бубнова-Галеркина

$$u_n(x) = \sum_{i=1}^n a_i \varphi_i(x)$$

находится из алгебраической системы

$$a_j - \sum_{i=1}^n a_i c_{ij} = f_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (11)$$

где

$$c_{ij} = \iint_{0,0}^1 K(x, t) \varphi_i(x) \varphi_j(t) dt dx,$$

$$f_j = \int_0^1 f(x) \varphi_j(x) dx, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Рассмотренная выше схема применима для уравнения (10).

Теорема 2. Если единица не является характеристическим числом уравнения (10), ядро $K(x, t)$ имеет непрерывные производные до l -го

порядка по t и до m -го порядка по x , причем $\frac{\partial^l K(x, t)}{\partial x^l} \in Lip_M \alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1,$

$\forall x \in [0, 1], \frac{\partial^m K(x, t)}{\partial x^2} \in Lip_M \alpha_l, 0 < \alpha_l \leq 1, \forall t \in [0, 1]$, и правая часть $f(x) \in C^{(m)}[0, 1]$,

причем $f^{(m)}(x) \in Lip_M \alpha_l$, то справедлива оценка погрешности, имеющая относительно n следующий порядок сходимости:

$$\|u - \hat{u}_n^{(k)}\| = O(n^{-(m+\alpha_l)-(K+1)(\ell+\alpha)}).$$

3. Для иллюстрации берем уравнение Фредгольма

$$u(x) + \int_0^1 \ell^{x+t} u(t) dt = x\ell^x + \frac{\ell^2 + 1}{4} \ell^x,$$

точное решение $u(x) = x\ell^x$, норма в пространстве $L_2(0,1)$ $\|u\| \approx 1,2638286$. Вычисления произведены с точностью 10^{-7} .

Находится третье приближение

$$u_3(x) = \sum_{i=1}^3 \alpha_i \varphi_i(x), \quad \varphi_i(x) = \sqrt{2} \sin i\pi x, \quad i = 1, 2, 3.$$

Метод Галеркина дает

$$u_3(x) = 0,9931965 \varphi_1(x) - 0,618222 \varphi_2(x) + 0,4497827 \varphi_3(x),$$

относительная погрешность которого $\frac{\|\Delta u_3\|}{\|u\|} \approx 53,1\%$.

Из первой итерации $\tilde{u}_3 = Ku_3 + f = 0,1064361 \ell^x + x\ell^x$, $\frac{\|\Delta u_3\|}{\|u\|} \approx 15,1\%$.

При второй итерации

$$\tilde{u}_3^{(1)} = -0,1806304 \varphi_1(x) + 0,0448257 \varphi_2(x) - 0,065567 \varphi_3(x),$$

$$\tilde{u}_3^{(1)} = -0,1188403 \ell^x,$$

$$\hat{u}_3^{(1)} = \tilde{u}_3 + \tilde{u}_3^{(1)} = -0,0124042 \ell^x + x\ell^x$$

$$\frac{\|\Delta \hat{u}_3^{(1)}\|}{\|u\|} \approx 1,8\%.$$

При третьей итерации

$$u_3^{(2)}(x) = 0,012105 \varphi_1(x) - 0,0052242 \varphi_2(x) + 0,0076416 \varphi_3(x),$$

$$\tilde{u}_3^{(2)}(x) = 0,0138506 \ell^x,$$

$$\hat{u}_3^{(2)} = \tilde{u}_3 + \tilde{u}_3^{(1)} + \tilde{u}_3^{(2)} = 0,0014464 \ell^x + x\ell^x,$$

$$\frac{\|\Delta \hat{u}_3^{(2)}\|}{\|u\|} \approx 0,2\%.$$

გ.ხვედელიძე

გალიორკინის მეთოდი რე-იტერაციით მეორე გვარის
განტოლებისათვის

რ ე ზ ი უ შ ე

მეორე გვარის ოპერატორული განტოლებისათვის განმეორებითი იტერაციების გამოყენებისას დადგენილია გალიორკინის მეთოდის კრებადობის რიგი.

MATHEMATICS

G.Khvedelidze

Galerkin Method with Re-Iteration for a Second Kind Equation

S u m m a r y

The order of convergence of the re-iterated Galerkin method is established for a second kind operator equation.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *М.А.Красносельский, Г.М.Вайникко и др.* Приближенное решение операторных уравнений. М., 1969.
2. *F.Chatelin, R.Lebbar.* J. Integral Equations, 6, 1984, 71-91.
3. *D.Porter, D.S.G.Stirling.* J. of Numerical Analysis, 13, 1993, 125-139.



УДК 681.511.4

МАТЕМАТИКА

Т.А.Хуродзе

О методе вспомогательных связей в задачах с континуумами решений

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.Г.Гегелия 3.06.1993)

Ряд задач анализа, физики, теории колебаний и автоматического регулирования приводит к уравнениям вида

$$A(x; \lambda) = 0, \quad (1)$$

в котором x – элемент некоторого функционального пространства, а λ – скалярный, или векторный, параметр. Ниже уравнение (1) исследуется в ситуации, когда значения параметра λ , при котором уравнение (1) разрешимо, априори неизвестны. В этой ситуации тем значениям параметра λ , при которых уравнение (1) разрешимо, отвечает, как правило, континуум решений. Такие задачи возникают при отыскании собственных значений и собственных векторов линейных операторов, при отыскании автоколебательных режимов автономных систем дифференциальных уравнений и т.д.

Указанные выше особенности перечисленных задач затрудняют возможность непосредственного применения стандартных методов исследования уравнения (1). Поэтому представляется важной разработка таких приемов исследования уравнения (1), которые позволяли бы сводить исходную задачу с континуумами решений к эквивалентным задачам с изолированными решениями. Один из таких приемов – метод функционализации параметра – был предложен в работе [1]. В работе автора [2] был предложен метод вспомогательных связей, содержащий метод функционализации параметра. Настоящая работа примыкает к [2] и является ее развитием. Здесь вводится понятие топологического индекса изолированного континуума решений уравнения (1), изучаются условия устойчивости такого континуума.

1. (S) – свойство нелинейных операторов. Пусть T – действительное сепарабельное вещественное банахово пространство и E^* – его сопряженное. Пусть C – нелинейный оператор, действующий из E в E^* . Оператор C называют удовлетворяющим условию (S), если этот оператор ограничен на каждом шаре, деминепрерывен (т.е. переводит сильно сходящиеся последовательности в слабо сходящиеся), и из того, что последовательность U_n слабо сходится к U_0 и

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \langle C(u_n), u_n - u_0 \rangle_{(E, E^*)} \leq 0,$$

следует, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|u_n - u_0\|_E = 0.$$

Здесь через $\langle v, u \rangle_{(E, E^*)}$ обозначено значение функционала $V \in E^*$ на

элементе $u \in E$. Операторы, удовлетворяющие (S)-условию, были введены Ф.Браудером [3] и И.В.Скрышником [4] в связи с проблемами разрешимости красных задач для нелинейных уравнений.

Пусть точка u^* является изолированным в E решением уравнения

$$C(u) = 0,$$

в котором оператор C удовлетворяет условию (S). В монографии [4] введен топологический индекс $\text{ind}(u; C)$ особой точки u поля $C(u)$. Топологический индекс $\text{ind}(u; C)$ — это целочисленная характеристика особой точки u (свойства этой точки характеристики см. в [4]). В дальнейшем предполагается, что элемент x в уравнении (1) принадлежит вещественному сепарабельному рефлексивному банахову пространству E_θ , а $\lambda \in R^N$; норму в R^N будем считать евклидовой.

Пусть оператор $A(x, \lambda)$ непрерывен по λ равномерно относительно x из каждого шара и при каждом $\lambda_{\theta_0} \in R^N$ оператор $A(x, \lambda_{\theta_0})$ действует на E_θ в E_θ^* и удовлетворяет условию (S).

Пусть $u = \{x, \lambda\}$, $E = E_\theta \oplus R^N$, $\|U\|_E = \|x\|_{E_\theta} + |\lambda|_{R^N}$. Рассмотрим оператор $B(x; \lambda)$, действующий из E в R^N .

Теорема 1. Пусть оператор $B(x; \lambda)$ непрерывен по совокупности переменных и ограничен на каждом шаре пространства E . Тогда оператор $C(u) = \{A(x; \lambda), B(x; \lambda)\}$ действует из E в E^* и удовлетворяет условию (S).

2. Топологический индекс континуума. Пусть $\mathcal{M} \subset E_\theta$ множество всех решений уравнения (1), отвечающих значениям параметра $\lambda \in R^N$. Предположим, что каждой точке $x \in \mathcal{M}$ отвечает единственное значение $\lambda = \varphi(x)$ параметра λ , при котором X является решением уравнения (1). В дальнейшем предполагается, что \mathcal{M} — связное гладкое N -мерное многообразие без края, а отображение $\varphi(x): \mathcal{M} \rightarrow R^N$ является сужением на \mathcal{M} гладкого отображения $\Phi(x)$, определенного в некоторой окрестности $V(\mathcal{M}) \subset E_\theta$ многообразия \mathcal{M} и принимающего значение в R^N .

Пусть в некоторой окрестности точки $U_{\theta_0} = \{x_{\theta_0}, \lambda_{\theta_0}\} \in E$ ($x_{\theta_0} \in \mathcal{M}$, $\lambda_{\theta_0} = \varphi(x_{\theta_0})$) оператор $B(u) = B(x; \lambda): E \rightarrow R^N$ непрерывно дифференцируем по Фреше. Рассмотрим наряду с уравнением (1) вспомогательное уравнение

$$B(x; \lambda) = 0, \quad (2)$$

которое будем называть вспомогательной связью. Вспомогательная связь (2) называется [2] допустимой, если $B(x_{\theta_0}, \lambda_{\theta_0})$ и ядро $\text{Ker} \left(B_x(x, \Phi(x)) \Big|_{x=x_{\theta_0}}: E_\theta \rightarrow R^N \right)$ производной Фреше оператора $B(x, \Phi(x))$, вычисленной в точке x_{θ_0} , трансверсально N -мерной касательной плоскости $\Pi(x_{\theta_0})$ к многообразию \mathcal{M} в точке x_{θ_0} . В работе [2] показано, что в случае, когда вспомогательная связь (2) допустима, то точка $u_0 = \{x_{\theta_0}, \lambda_{\theta_0}\}$ является изолированным нулем поля $C(u) = \{A(x; \lambda), B(x; \lambda)\}$.

В силу теоремы 1 оператор $C(u)$ удовлетворяет условию (S). определен топологический индекс $\text{ind}(u_0, c)$ особой точки u_0 векторного поля $C(u)$.

Теорема 2. Абсолютная величина $|\text{ind}(u_0, c)|$ топологического индекса $\text{ind}(u_0, c)$ особой точки u_0 поля $C(u)$ не зависит ни от выбора допустимой вспомогательной связи (2), ни от точки $u_0 = \{x_0, \lambda_0\}$ $x_0 \in \mathcal{M}$, $\lambda_0 = \phi(x_0)$.

Топологическим индексом $\text{ind}(\mathcal{M})$ многообразия \mathcal{M} решений уравнения (1) будем называть абсолютную величину топологического индекса $\text{ind}(u_0, C)$ какой-либо особой точки $u_0 = \{x_0, \lambda\}$ ($x_0 \in \mathcal{M}$, $\lambda_0 = \phi(x_0)$) поля $C(u) = \{A(x; \lambda), B(x; \lambda)\}$, вторая компонента которого образует допустимую вспомогательную связь. В силу теоремы 1 определение топологического индекса $\text{ind}(\mathcal{M})$ многообразия \mathcal{M} корректно.

3. Устойчивость континуумов. Рассмотрим наряду с уравнением (1) возмущенное уравнение

$$A(x; \lambda) + \varepsilon D(x; \lambda) = 0. \quad (3)$$

Здесь ε – малый параметр, a оператор D действует из $E = E_0 \times R^N$ в E_0^* .

Теорема 3. Пусть оператор $\mathcal{D}: E \rightarrow E_0^*$, непрерывен по λ равномерно относительно x из каждого шара и при каждом значении $\lambda = \lambda_0$ оператор $D(x; \lambda_0): E_0 \rightarrow E_0^*$ удовлетворяет условию (S). Пусть $\text{ind } \mathcal{M} \neq 0$. Тогда для каждого достаточно малого ε уравнение (3) имеет непустой континуум $\mathcal{M}_\varepsilon \subset E_0$ решений, отвечающих $\lambda \in R^N$ и

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \inf_{x \in \mathcal{M}_\varepsilon} \min_{y \in \mathcal{M}} \|x - y\|_{E_0} = 0.$$

Тбилисский государственный
 университет им. И.А.Джавახишвили

(Поступило 23.12.1993)

მათემატიკა

თ.ხურდუე

დამხმარე კავშირების მეთოდი კონტინუუმ ამოხსნებიან
 ამოცანებში

რ ე ბ ი უ მ ე

ნაშრომში კონტინუუმ ამოხსნებიანი ამოცანების ერთი კლასი დაყვანილია ისეთ ამოცანებზე, რომელთა ამოხსნები იზოლირებულნი არიან ერთმანეთისაგან. ამ მიზნის მისაღწევად შემოტანილია ცნება იზოლირებულ კონტინუუმთა ინდექსის და მასზე დაყრდნობით დამტკიცებულია რამდენიმე თეორემა.

T. Khurodze

Supporting Links Method in Continuum Solution Problems

Summary

One class of continuum solution problems is brought to those problems the solutions of which are isolated from each other.

A notion of isolated continuum index is introduced and several theorems are proved with its help.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.А.Бобылев, М.А.Красносельский*. Дифференциальные уравнения, 11, 1970.
2. *Т.А.Хуродзе*. Автоматика и телемеханика, 11, 1991.
3. *F.E.Browder*. Bull. Math. Soc., 74, 1968, 651-656.
4. *И.В.Скрышник*. Нелинейные эллиптические уравнения высшего порядка. Киев, 1973.

Т.Г.Квирикашвили

Об одном обобщении основной теоремы проективной геометрии

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д.О.Баладзе 20.10.1993)

Имеется большое количество работ, в которых для разных основных колец доказывается основная теорема проективной геометрии. Для более полного представления картины см. [1-4]. Одним из самых существенных достижений в этом направлении является результат М.Ожангурена и Р.Сриджарана, где теорема доказывается для свободных модулей над произвольными коммутативными кольцами [5]. С привлечением более насыщенного проективного пространства $P(M)$, в работе обобщается результат из [5] для модулей без кручения.

Пусть R – коммутативное кольцо с единицей без делителей нуля, M – модуль без кручения над R ранга $n \geq 3$.

Рассмотрим множество всех свободных подмодулей M ранга 1. Это множество называется проективным пространством, ассоциированным с M . Будем обозначать его через $P(M)$:

$$P(M) = \{Rm \mid m \in M, m \neq 0\}.$$

Очевидно, что

$$Rm_1 = Rm_2 \Leftrightarrow m_2 = rm_1,$$

где r – обратимый элемент кольца R .

Пусть M' – модуль без кручения над коммутативным кольцом с единицей ранга n . Пусть σ – изоморфизм между кольцами R и R' , а Φ – σ – полулинейное отображение между модулями M и M' :

$$\Phi(m_1 + m_2) = \Phi(m_1) + \Phi(m_2), \quad \Phi(rm) = \sigma(r)\Phi(m),$$

где $m_1, m_2 \in M, r \in R$.

Φ индуцирует отображение между проективными пространствами $P(M)$ и $P(M')$: $\Phi_p: P(M) \rightarrow P(M')$, $\Phi_p(Rm) = R'\Phi(m)$,

где $Rm \in P(M)$.

Очевидно, это отображение будет биекцией, если Φ – биекция.

Определение. Отображение α между проективными пространствами $P(M)$ и $P(M')$ называется коллинеацией, если α – биекция выполняется

$$p_1 \subset p_2 + p_3 \Leftrightarrow \alpha p_1 \subset \alpha p_2 + \alpha p_3,$$

где $p_1, p_2, p_3 \in P(M)$

Покажем, что Φ_p – коллинеация. Допустим, имеет место включение

$$Rm_1 \subset Rm_2 + Rm_3$$

Это означает, что

$$m_1 = r_2 m_2 + r_3 m_3.$$

Из этого равенства следует

$$R'\Phi(m_1) \subset R'\Phi(m_2) + R'\Phi(m_3), \quad \Phi_p Rm_1 \subset \Phi_p Rm_2 + \Phi_p Rm_3.$$

Если Φ -биекция, тогда имеет место обратное. Из включения

$$R'm'_1 \subset R'm'_2 + R'm'_3$$

следует

$$m'_1 = r'_2 m'_2 + r'_3 m'_3,$$

где $m'_1, m'_2, m'_3 \in M'$, $r'_2, r'_3 \in R'$.

Так как Φ и σ -биекции, существуют элементы $m_i \in M$, $r_i \in R$ такие, что

$$\Phi(m_i) = m'_i, \quad i = 1, 2, 3; \quad \sigma(r_i) = r'_i, \quad i = 1, 2, 3;$$

т.е. $\Phi(m_1) = \sigma(r_2)\Phi(m_2) + \sigma(r_3)\Phi(m_3) \Rightarrow m_1 = r_2 m_2 + r_3 m_3 \Rightarrow Rm_1 \subset Rm_2 + Rm_3$.

Теорема. Пусть m и m' модули без кручения ранга $n \geq 3$ над коммутативными кольцами с единицей r и r' соответственно, если $\alpha p(m) \rightarrow p(m')$ — коллизияция, то существует изоморфизм $\sigma: r \rightarrow r'$ и σ -полулинейное отображение $\Phi: M \rightarrow M'$ такие, что $\alpha = \Phi_p$.

Если $\mu: R \rightarrow R'$ — изоморфизм и $\Psi: M \rightarrow M'$ μ — полулинейное отображение, причем $\Phi_p = \Psi_p$, то $\mu = \sigma$ и существует обратимый элемент $\varepsilon \in R'$ такой, что $\Psi = \varepsilon \Phi$.

Доказательство. Сперва покажем, что из включения

$$Rm \subset \sum_{i=1}^k Rm_i \quad (1)$$

следует

$$\alpha Rm \subset \sum_{i=1}^k \alpha Rm_i. \quad (2)$$

Предположим, что это выполняется для $(k-1)$ и докажем для k . (1) Включение означает, что

$$m = r_1 m_1 + r_2 m_2 + \dots + r_{k-1} m_{k-1} + r_k m_k.$$

Обозначим через \bar{m} сумму $r_1 m_1 + \dots + r_{k-1} m_{k-1}$, тогда

$$m = \bar{m} + r_k m_k.$$

Отсюда следует, что

$$Rm \subset R\bar{m} + Rm_k. \quad (3)$$

т.к. $Rm \subset \sum_{i=1}^k Rm_i$,

по предположению индукции имеем

$$\alpha Rm \subset \sum_{i=1}^k \alpha Rm_i.$$

Последнее и (3) дают (2). Имеет место обратное, т.к. α — биекция. Очевидно, что если предположим, что Rm_2 и Rm_3 совпадают, то получим

$$Rm_1 \subset Rm_2 \Leftrightarrow \alpha Rm_1 \subset \alpha Rm_2.$$

Положим, что образом Rm_i является $R'm'_i$, $i = 1, 2, \dots, n$. Покажем, что система (m_1, m_2, \dots, m_n) тогда и только тогда будет линейно независимой, когда линейно независима система $(m'_1, m'_2, \dots, m'_n)$. Действительно,



допустим, что система $(m'_1, m'_2, \dots, m'_n)$ линейно зависима. Тогда, в силу ограничения общности, можем писать

$$r'_1 m'_1 = r'_2 m'_2 + \dots + r'_n m'_n.$$

Отсюда

$$R'm' \subset R'm'_2 + \dots + R'_n m'_n. \quad (5)$$

Пусть образом Rm является $R'm'$. Тогда из (5) имеем

$$Rm \subset Rm_2 + \dots + Rm_n, \text{ т.е. } m = r_2 m_2 + \dots + r_n m_n.$$

Так как $r'_1 m'_1 = m'$,

имеем

$$R'm' \subset R'm'_1 \Rightarrow Rm \subset Rm_1 \text{ т.е. } m = r_1 m_1$$

и $r_1 m_1$ равняется сумме $r_1 m_1 + \dots + r_n m_n$. Это означает, что система (m_1, m_2, \dots, m_n) линейно зависима. Аналогично доказывается и обратное.

Рассмотрим теперь линейно независимые элементы m_1, m_2 . Обозначим через $R'm'_1$ и $R'\bar{m}'_2$ образы элементов Rm_1 и Rm_2 соответственно. Имеем

$$R(m_1 + m_2) \subset Rm_1 + Rm_2 \Rightarrow \alpha R(m_1 + m_2) = R'(r'_1 \bar{m}'_1 + r'_2 \bar{m}'_2),$$

т.к. $Rm_2 \subset Rm_1 + R(m_1 + m_2) \Rightarrow R'm'_2 \subset R'm'_1 + R'(r'_1 \bar{m}'_1 + r'_2 \bar{m}'_2)$,

т.е. $m'_2 = q'_1 m'_1 + q'_1 (r'_1 \bar{m}'_1 + r'_2 \bar{m}'_2)$.

Получим, что q'_2 и r'_2 обратимы. Так как m'_1 и \bar{m}'_2 линейно независимы. Аналогично покажем, что r'_1 обратим.

Рассмотрим элемент

$$m'_2 = r'^{-1}_1 r'_2 \bar{m}'_2 \Rightarrow r'_1 m'_2 = r'_2 \bar{m}'_2.$$

Т.к. r'_1 и r'_2 обратимы, получим, что $R'm'_2$ и $R'\bar{m}'_2$ совпадают и образом $R(m_1 + m_2)$ будет $R'(m'_1 + m'_2)$.

Аналогично для произвольного элемента $m \in M$, если m_1 и m линейно независимы, можно выбрать элемент $m' \in M'$ такой, что

$$\alpha Rm = R'm', \alpha R(m_1 + m) = R'(m'_1 + m').$$

Построим теперь изоморфизм между кольцами R и R' . Возьмем произвольный элемент $a \in R$.

$$\alpha R(m_1 + am_2) \subset R'm'_1 + R'm'_2, \alpha R(m_1 + am_2) = R'(r'_1 m'_1 + r'_2 m'_2).$$

Покажем, что r'_1 обратим.

$$Rm_1 \subset R(m_1 + am_2) + Rm_2 \Rightarrow R'm'_1 \subset R'(r'_1 m'_1 + r'_2 m'_2) + R'm'_2 \Rightarrow$$

$$m'_1 = q'(r'_1 m'_1 + r'_2 m'_2) + q'_2 m'_2,$$

т.к. m'_1 и m'_2 линейно независимы, q' и r'_1 обратны. Поэтому имеем:

$$\alpha R(m_1 + am_2) = R'(m'_1 + \alpha(a)m'_2).$$

Таким образом, построили отображение $\sigma: R \rightarrow R'$ и $\sigma(0) = 0, \sigma(1) = 1$.

Покажем, что σ - биекция. Так как α^{-1} имеет точно такие свойства, что и α , мы можем построить отображение τ кольца R' на R следующим образом:

$$\alpha^{-1}(R'(m'_1 + a'm'_2)) = R(m_1 + \tau(a)m_2).$$

Если положим $a' = \sigma(a)$, то получим $\tau\sigma(a) = a$ для любого $a \in R$. Это означает, что σ - биекция. Из построения σ видно, что оно зависит от упорядоченной пары (m_1, m_2) .

Рассмотрим элемент Ram_2 .

$$Ram_2 \subset Rm_2 \Rightarrow \alpha Ram_2 \subset \alpha Rm_2.$$

Обозначим через Rm' образ Ram_2 . Следовательно, $R'm_2$ содержит Rm' и $m' = a'm'_2$. Элемент a' зависит от m_2 и a . С другой стороны,

$Ram_2 \subset Rm_1 + R(m_1 + am_2) \Rightarrow R'a'm'_2 \subset R'm'_1 + R'(m'_1 + \sigma(a)m'_2)$,
отсюда

$$a'm'_2 = r'_1 m'_1 + r'_2 (m'_1 + \sigma(a)m'_2),$$

т.к. m'_1 и m'_2 линейно независимы, получим $a' = r'_2 \sigma(a)$. Покажем, что r'_2 обратимый элемент.

$$R(m_1 + am_2) \subset Rm_1 + Ram_2 \Rightarrow R'(m'_1 + \sigma(a)m'_2) \subset R'm'_1 + R'a'm'_2$$

$$m'_1 + \sigma(a)m'_2 = q'_1 m'_1 + q'_2 a'm'_2,$$

т.е. $\sigma(a) = q'_2 a'$.

Этим показано, что r'_2 и q'_2 обратимы. Поэтому получим, что образом Ram_2 является $R'\sigma(a)m'_2$, т.е. σ не зависит от m_1 и будем обозначать через σ_{m_2} .

Пусть элемент m линейно независим с m_1 , тогда для m определяется биекция $\sigma_m: R \rightarrow R'$. Так как ранг модуля $M \geq 3$, существует элемент m_3 такой, что система (m_1, m_2, m_3) линейно независима. Тогда, в силу вышесказанного, можно выбрать элемент m'_3 такой, что

$$\alpha Rm_3 = R'm'_3, \alpha R(m_1 + m_2) = R'(m'_1 + m'_3).$$

Рассмотрим

$$R(m_1 + a_1 m_2 + a_2 m_3) \subset R(m_1 + a_1 m_2) + Rm_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R(m_1 + a_1 m_2 + a_2 m_3) \subset R'(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1)m'_2) + R'm'_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R(m_1 + a_1 m_2 + a_2 m_3) = R'(r'_1(m'_1 + \sigma_{m_1}(a_1)m'_2) + r'_2 m'_3).$$

С другой стороны,

$$\alpha R(m_1 + a_1 m_2 + a_2 m_3) = R'(q'_1(m'_1 + \sigma_{m_3}(a_1)m'_2) + q'_2 m'_3),$$

т.е. $r'_1(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1)m'_2) + r'_2 m'_3 = r'(q'_1(m'_1 + \sigma_{m_3}(a_1)m'_2) + q'_2 m'_3)$,

где r' — обратимый элемент из R' . Так как m'_1, m'_2, m'_3 линейно независимы, получим:

$$r'_1 = r'q'_1, r'_1 \sigma_{m_2}(a_1) = r'q'_2, r'_2 = r'q'_1 \sigma_{m_3}(a_2).$$

Отсюда $r'_2 = r'_1 \sigma_{m_3}(a_2)$ и

$$\alpha R(m_1 + a_1 m_2 + a_2 m_3) = R'(r'_1(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1)m'_2 + \sigma_{m_3}(a_2)m'_3)).$$

Легко можно показать, что r'_1 обратим и, следовательно, получим

$$\alpha R(m_1 + a_1 m_2 + a_2 m_3) = R'(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1)m'_2 + \sigma_{m_3}(a_2)m'_3).$$

Аналогичными рассуждениями можно показать

$$\alpha R(m_2 + m_3) = R'(m'_2 + m'_3).$$

Поэтому

$$\alpha R(m_3 + am_2) = R'(m'_3 + \sigma_{m_2}(a)m'_2),$$

т.к. σ_{m_2} зависит только от m_2 . Рассмотрим

$$\alpha R(m_1 + (a_1 + a_2)m_2 + m_3) = R'(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1 + a_2)m'_2 + m'_3).$$

Имеем

$$R'(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1 + a_2)m'_2 + m'_3) \subset R'(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1)m'_2) + R'(\sigma_{m_2}(a_2)m'_2 + m'_3) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1 + a_2)m'_2 + m'_3 = r'_1(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1)m'_2) + r'_2(\sigma_{m_2}(a_2)m'_2 + m'_3).$$

Отсюда

$$\sigma_{m_2}(a_1 + a_2) = \sigma_{m_2}(a_1) + \sigma_{m_2}(a_2).$$

Теперь рассмотрим

$$\alpha R(m_1 + a_1 a_2 m_2 + a_2 m_3) = R'(m'_1 + \sigma_{m_2}(a_1 a_2)m'_2 + \sigma_{m_3}(a_2)m'_3).$$

С другой стороны,

$$\alpha R(m_1 + a_1 a_2 m_2 + a_2 m_3) \subset R'm'_1 + R'(\sigma_{m_2}(a_1)m'_2 + m'_3).$$

$$m_1 + \sigma_{m_2}(a_1 a_2)m'_2 + \sigma_{m_3}(a_2)m'_3 = r'_1 m'_1 + r'_2(\sigma_{m_2}(a_1)m'_2 + m'_3).$$

Отсюда имеем $r'_1 = 1$, $r'_2 = \sigma_{m_3}(a_2)$, $\sigma_{m_2}(a_1 a_2) = \sigma_{m_2}(a_1)\sigma_{m_2}(a_2)$.

Полагая $a_1 = 1$, получим $\sigma_{m_2}(a_2) = \sigma_{m_3}(a_2)$ для любого $a_2 \in R$ и

$$\sigma_{m_2}(a_1 a_2) = \sigma_{m_2}(a_1)\sigma_{m_2}(a_2).$$

Мы доказали, что σ_{m_2} — изоморфизм между кольцами R и R' .

Изоморфизм σ_m определяется для всех элементов m , линейно независимых с m_1 . Если m_1, m_2, m_3 линейно независимы, имеем:

$$\alpha R(m_1 + m_2) = R'(m'_1 + m'_2), \quad \alpha R(m_1 + m_3) = R'(m'_1 + m'_3), \quad \alpha R(m_2 + m_3) = R'(m'_2 + m'_3).$$

Поэтому, можно определить изоморфизм σ_{m_2} и аналогично доказать $\sigma_{m_1} = \sigma_{m_3}$.

Если возьмем \bar{m}_1 , коллинеарный с m_1 , тогда (m_1, m_2, m_3) система опять будет линейно независимой и получим $\sigma_{\bar{m}_1} = \sigma_{m_2} = \sigma_{m_3} = \sigma_{m_1}$.

Аналогично, если \bar{m}_2 и m_2 коллинеарны, $\sigma_{\bar{m}_2} = \sigma_{m_2}$.

Если m линейно зависим с (m_1, m_2) , то тогда система (m_1, m, m_3) будет линейно независимой и получим $\sigma_{m_1} = \sigma_m = \sigma_{m_3} = \sigma_{m_2}$, т.е. для любого элемента определяются изоморфизм σ_m , равный σ_{m_2} . Будем обозначать его через σ .

Когда m_1 и m линейно зависимы, подобными рассуждениями можно показать, что

$$\alpha R(m_1 + m) = R'(m'_1 + m').$$

Рассмотрим отображение Φ между модулями M и M' такое, что $\Phi(m_1) = m'_1$. Как показали раньше, для любого элемента $m \in M$ можно выбрать элемент $m' \in M'$ такой, что

$$\alpha Rm = R'm', \quad \alpha R(m_1 + m) = R'(m'_1 + m').$$

Положим $\Phi(m) = m'$.

Очевидно, что отображение $\Phi: M \rightarrow M'$ является биекцией. Покажем, что $\Phi\sigma$ — полулинейное отображение.

Возьмем произвольные элементы m и \bar{m} , и пусть $\Phi(m) = m'$, $\Phi(\bar{m}) = \bar{m}'$.

Как показано раньше, выполняется

$$\alpha R(m + \bar{m}) = R'(m' + \bar{m}'), \quad \alpha Ram = R'\alpha(am'),$$

т.е. $\Phi(m+\bar{m})=m'+\bar{m}'=\Phi(m)+\Phi(\bar{m})$, $\Phi(am)=\sigma(a)m'=\sigma(\alpha)\Phi(m)$.

σ не зависит от m . Наконец, положим $\Phi(0)=0$.

Этим доказана первая часть теоремы: $\Phi \sigma$ — полулинейное отображение, которое индуцирует α и $\alpha=\Phi_p$.

Теперь докажем вторую часть. Пусть $\mu: R \rightarrow R'$ изоморфизм, $\psi: M \rightarrow M'$ μ - полулинейное отображение такое, что $\alpha=\psi_p$.

Возьмем произвольный элемент $m \in M$. Имеем

$$\psi(m)=m'', \alpha Rm=R'm'', \Phi(m)=m', \alpha Rm=R'm',$$

т.е. $m''=\varepsilon'm'$, где $\varepsilon' \in R'$ — обратимый элемент. Легко можно показать, что ε' не зависит от выбора m , т.е. $\psi(m)=\varepsilon'\Phi(m)$.

Возьмем произвольный элемент $a \in R$, т.к. $\psi \mu$ — полулинейное отображение, имеем

$$\psi(am)=\mu(a)\psi(m)=\mu(a)\varepsilon'\Phi(m).$$

С другой стороны,

$$\psi(am)=\varepsilon'\Phi(am)=\varepsilon'\sigma(a)\Phi(m).$$

Т.к. R' — коммутативное кольцо и M' — модуль без кручения, получим $\mu=\sigma$.

Теорема полностью доказана.

Грузинский технический университет

(Поступило 13.12.1993)

მათემატიკა

თ. კვირიკაშვილი

პროექციული გეომეტრიის ძირითადი თეორემის ერთი

განზოგადების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

გრეხვის გარეშე მოდულებისათვის უნულგამყოფო კომუტაციურ რგოლებზე მტკიცება პროექციული გეომეტრიის ძირითადი თეორემა.

MATHEMATICS

T.Kvirikashvili

On Generalization of Fundamental Theorem of Projective
 Geometry

S u m m a r y

For the torsion-free modules over integral domain the fundamental theorem of projective geometry is proved.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *C.Bartolone, F.Bartolozzi*. Rings and Geometry. Reidel Publ., 1985, 353-389.
2. *V.P.Camillo*. Rocky Mounts J. of Math., **14**, 1984, 475-486.
3. *O.O'Meara*. Lectures on linear groups. Providence Rhode Island, 1964.
4. Автоморфизмы классических групп. М., 1976.
5. *M.Ojanguren, R.Sridharan*. Comm. Math. Helv., **14**, 3, 1969, 310-315.

Г.Г.Ошвани

Некоторые утверждения, связанные с теорией дифференцирования интегралов

(Представлено академиком А.В.Жижиншвили 1.12.1993)

В настоящей работе доказана теорема, которая связана с часто применяемой в теории дифференцирования интегралов теоремой Безиковича о покрытии, и приведена теорема, касающаяся одной задачи М.Гусмана.

1. Безиковичу принадлежит следующая [1-3]

Теорема. Пусть A — ограниченное множество в R^n , и пусть для каждого $z \in A$ задан кубический интервал $Q(z)$ с центром в z . Тогда из данных интервалов $(Q(z))_{z \in A}$ можно выбрать такую последовательность $(Q_k)_{k=1}$, что

(i) $A \subset \cup Q_k$;

(ii) ни одна точка из R^n не содержится более чем в ϑ_n кубах последовательности $(Q_k)_{k=1}$, где ϑ_n — число, зависящее только от n .

(iii) последовательность $(Q_k)_{k=1}$ можно разбить на ξ_n семейств непересекающихся кубов, где ξ_n — число, зависящее только от n .

Приведенная теорема справедлива и тогда, когда A неограничено, но $\sup\{\delta(z), z \in A\} < \infty$ ($\delta(z)$ обозначает диаметр интервала $Q(z)$). Если отмеченное неравенство не выполняется, тогда теорема, вообще говоря, несправедлива.

Можно ли выделить определенный класс покрытий, со свойством $\sup\{\delta(z), z \in A\} = \infty$, для которых отмеченная теорема сохраняет силу?

Ответ на поставленный вопрос дает следующая

Теорема 1. Пусть $A \subset R^n$ и для каждого $z \in A$ задан кубический интервал $Q(z)$ с центром в z . Если

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \left[\sup \left\{ \frac{\delta(z)}{\|z\|} : z \in A, \|z\| \geq \alpha \right\} \right] < 2,$$

тогда из данных интервалов $(Q(z))_{z \in A}$ можно выбрать такую последовательность $(Q_k)_{k=1}$, что

(i) $A \subset \cup Q_k$;

(ii) ни одна точка из R^n не содержится более чем в $4 \vartheta_n$ кубах последовательности $(Q_k)_{k=1}$;

(iii) последовательность $(Q_k)_{k=1}$ можно разбить на $3 \xi_n$ семейств непересекающихся кубов,

где ϑ_n и ξ_n — числа, указанные в теореме Безиковича.

Для доказательства потребуется следующая простая

Лемма. Пусть $A \subset \mathbb{R}^n$ для каждого $z \in A$ задан кубический интервал $Q(z)$ с центром в z . Допустим, существует последовательность множеств $(A_k)_{k \geq 0}$ со свойствами:

$$1. A = \bigcup_{k=0}^{\infty} A_k;$$

2. A_k ограничено ($k = 0, 1, \dots$);

3. $A_k \cap A_j = \emptyset$, $k \neq j$;

4. Существует $m_0 \geq 1$ такое, что $Q(z_1) \cap Q(z_2) = \emptyset$, когда $z_1 \in A_k$, $z_2 \in A_{k+m}$, а $m \geq m_0$.

Тогда из интервалов $(Q(z))_{z \in A}$ можно выделить последовательность $(Q_k)_{k \geq 1}$ со свойствами (i) (ii) и (iii) (в условиях (ii) и (iii) в качестве постоянных будут $2m_0\theta_n$ и $(m_0-1)\xi_n$).

Из условия теоремы вытекает существование α_0 такого, что

$$\sup \left\{ \frac{\delta(z)}{\|z\|}, z \in A, \|z\| \geq \alpha_0 \right\} = 2p < 2.$$

Легко доказать следующие факты:

5. Если $\|z_2 - z_1\| > \frac{\delta(z_1)}{2} + \frac{\delta(z_2)}{2}$, то $Q(z_1) \cap Q(z_2) = \emptyset$.

6. Последовательность $x_k = \left(\frac{1+p}{1-p} \right)^k$ имеет свойства:

а) $x_k \uparrow \infty$,

б) $x - x_k > Px + Px_k$, когда $x > x_{k+1}$;

7. $\delta(z)/2 \leq P\|z\|$, когда $z \in A$ и $\|z\| \geq \alpha_0$.

Определим последовательность $(A_k)_{k \geq 0}$ следующим образом:

$$A_0 = \{z, z \in A, \|z\| < \alpha_0\}, A_k = \{z, z \in A \setminus A_0, x_{k-1} < \|z\| \leq x_k\}, k = 1, 2, \dots$$

Покажем, что $(A_k)_{k \geq 0}$ удовлетворяет 1-4 свойствам. 1-3 тривиально проверяются. В 4-м условии возьмем $m_0 = 2$. Пусть $z_1 \in A_k$, $z_2 \in A_{k+m}$ ($k \geq 1$, $m \geq 2$) в силу определения множества A_k и 6, 7 свойств

$$\|z_2 - z_1\| \geq \|z_2\| - \|z_1\| \geq \|z_2\| - x_k > P\|z_2\| + Px_k \geq P\|z_2\| + P\|z_1\| \geq \frac{\delta(z_1)}{2} + \frac{\delta(z_2)}{2}$$

Поэтому, в силу 5, $Q(z_1) \cap Q(z_2) = \emptyset$, и следовательно, (4) доказано.

Т.е. последовательность $(A_k)_{k \geq 0}$ удовлетворяет 1-4 условиям приведенной леммы. Отсюда получаем справедливость теоремы 1.

Из примера $A = \mathbb{R}^1$, $Q(z) = [0, 2z]$ легко видеть, что в случае

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \sup \left\{ \frac{\delta(z)}{\|z\|} : z \in A, \|z\| \geq \alpha \right\} \geq 2$$

теорема, вообще говоря, несправедлива.

2. Пусть B обозначает дифференциальный базис в \mathbb{R}^n .

$$M - Mf(x) = \sup \left\{ \frac{1}{|B|} \int_B |f|, B \in \mathcal{B}(x) \right\} \quad - \quad \text{максимальный оператор,}$$

соответствующий \mathcal{B} .

$$M_r - M_r f(x) = \sup \left\{ \frac{1}{|B|} \int_B |f|, B \in \mathcal{B}(x), \text{diam} B < r \right\} \quad - \quad \text{„срезанный“}$$

максимальный оператор.

Через $\bar{D} \left(\int f, x \right)$ обозначим верхнюю производную относительно базиса \mathcal{B} в точке x от интеграла от f

$$\bar{D} \left(\int f, x \right) = \overline{\lim}_{\substack{\text{diam} B \rightarrow 0, \\ B \in \mathcal{B}(x)}} \frac{1}{|B|} \int_B f.$$

L_n – класс ограниченных и измеримых (по Лебегу) множеств в R^n .

Дифференциальные свойства базисов инвариантных относительно гомететии (параллельного переноса) часто характеризуются неравенствами слабого типа соответствующего максимального оператора [1]. В связи с этим вопросом М.Гусман поставил следующую задачу [1]:

Пусть \mathcal{B} – инвариантный относительно параллельного переноса, плотностный, BF -базис. Существует ли постоянная $r > 0$ такая, что

$$\sup \left\{ \frac{|\{M_r \chi_A > \lambda\}|}{|A|}, A \in L_n \right\} < \infty \text{ для всех } \lambda \in (0, 1) ?$$

Поставленного вопроса касается следующая

Теорема 2. Пусть \mathcal{B} – инвариантный относительно параллельного переноса BF -базис. Тогда следующие два условия эквивалентны.

а) \mathcal{B} – плотностный базис,

б) Для всякого $\lambda \in (0, 1)$ числа существует постоянная $r(\lambda)$ такая, что

$$\sup \left\{ \frac{|\{M_{r(\lambda)} \chi_A > \lambda\}|}{|A|}, A \in L_n \right\} < \infty.$$

Доказательство. Импликация б) \Rightarrow а) непосредственно следует из одной теоремы [1, с.66].

Докажем импликацию а) \Rightarrow б) для измеримых множеств из единичного куба Q . Допустим противоположное, т.е. существует $\lambda_0 \in (0, 1)$ такая, что для всяких $C_k \uparrow \infty$ и $r_k \downarrow 0$ последовательностей существует последовательность множеств $(A_k)_{k \geq 1}$, для которых

$$\left| \{M_{r_k} \chi_{A_k} > \lambda_0\} \right| \geq C_k |A_k|, k = 1, 2, \dots$$

Пусть $E_k = \{M_{r_k} \chi_{A_k} > \lambda_0\}$, $Q^* = 3Q$. Без ограничения общности можно считать, что $r_k < 1$.

Ясно, что

$$E_k \subset Q^*, \quad (1)$$

$$|E_k| > C_k |A_k|, \quad (2)$$

$$|Q^*| = z^n |Q|. \quad (3)$$

Для каждого k подберем такое $h_k \in \mathbb{N}$, что

$$|Q| \leq h_k |E_k| \leq |Q^*|.$$

Рассмотрим последовательность множеств $(E_k^i)_{k \in \mathbb{N}, i=1, h_k}$, где $E_k^i = E_k$, когда $i = \overline{1, h_k}$. Ясно, что

$$\sum_{k=1}^{\infty} \sum_{i=1}^{h_k} |E_k^i| = \infty.$$

В силу известной леммы Кальдерона о сдвигах [1, с.80] существует последовательность $(x_k^i)_{k \in \mathbb{N}, i=1, h_k}$ такая, что

$$|Q \cap \overline{\lim} (x_k^i + E_k^i)| = |Q|. \quad (4)$$

B – инвариантный, относительно параллельного переноса, поэтому

$$\left\{ M_{r_k} \chi_{A_k + x_k^i} > \lambda_0 \right\} = E_k + x_k^i, \quad (5)$$

$$|x_k^i + E_k^i| > C_k |x_k^i + A_k|. \quad (6)$$

Рассмотрим множество

$$A = \bigcup_{k=1}^{\infty} \bigcup_{i=1}^{h_k} \{A_k + x_k^i\}.$$

Из условий (4), (5) и $r_k \downarrow 0$ получаем, что $\overline{D}(\int \chi_A \cdot x) \geq \lambda_0$ почти всюду на Q .

B плотностный базис, поэтому

$$\chi_A(x) = \overline{D}(\int \chi_A \cdot x) \geq \lambda_0 > 0 \text{ почти всюду на } Q.$$

По причине которого

$$|A| \geq |Q|. \quad (7)$$

С другой стороны,

$$|A| \leq \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{i=1}^{h_k} |x_k^i + A_k| \leq \sum_{k=1}^{\infty} \frac{h_k |E_k|}{C_k} \leq \sum_{k=1}^{\infty} \frac{|Q^*|}{C_k} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{z^n |Q|}{C_k}. \quad (8)$$

Легко видеть, что в случае последовательности $C_k = 9^{-kn}$ (7) и (8) противоречат друг другу, т.е. для измеримых множеств из единичного куба теорема справедлива. Легко доказать, что теорема остается в силе для любых измеримых ограниченных множеств.

გ.ონიანი

ინტეგრალის დიფერენცირების თეორიასთან დაკავშირებული
 ზოგიერთი დებულება

რეზიუმე

ნაშრომში დამტკიცებულია თეორემა, რომელიც დაკავშირებულია ბეზიკოვიჩის დაფარვის თეორემასთან. აგრეთვე დამტკიცებულია დებულება, რომელიც შეეხება ძვრის მიმართ ინვარიანტული სიმკვრივის, BF - ბაზისის შესაბამისი მაქსიმალური ოპერატორით დახასიათების შესახებ მ.გუსმანის ერთ ამოცანას.

MATHEMATICS

G. Oniani

Some Statements Connected with the Theory of Differentiation
 of Integrals

Summary

A theorem connected with the covering theorem of A.S.Bezikovitch is proved. An assertion concerning one problem of M.de Gusman about characterization of an invariant with respect to translation, density and BF basis by corresponding maximal operator is proved.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *М.Гусман*. Дифференцирование интегралов в R^n . М., 1978.
2. *A.S.Bezikovitch*. Proc. Cambridge Philos. Soc., 41, 1945, 103-110.
3. *A.S.Bezikovitch*. Proc. Cambridge Philos. Soc., 42, 1946, 1-10.



УДК 535.3

МЕХАНИКА

Д.И.Аვალიანი, Г.И.Хубашвили

Проекционный экран

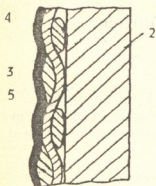
(Представлено членом-корреспондентом Академии И.Я.Джебашвили 6.08.1993)

В создании проекционных установок кино и видеотехники, а также различных систем отображения информации одним из основных узлов является проекционный экран, задача которого состоит в повышении коэффициента яркости путем анизотропного распределения отраженного света и усиления коэффициента отражения [1].

Представленный на рис.1 проекционный экран содержит подложку (2) с отражающей поверхностью (3), на которую параллельно подложке (2) наклеена стеклоткань (4), выполненная в виде переплетенных в продольном и поперечном направлениях стекляных нитей и пропитанная смолой – лаком (5).

При проекции изображения проектором (6) на экран (1) наблюдается угловое распределение света в вертикальной и горизонтальной плоскостях (рис.2,3), где заштрихованный участок указывает на приемлемую зону наблюдения изображения при наличии внешней засветки (7).

Рис.1



пунктирными линиями показан световой поток, падающий на поверхность экрана, а сплошными линиями – отраженный от крайних точек поверхности экрана свет.

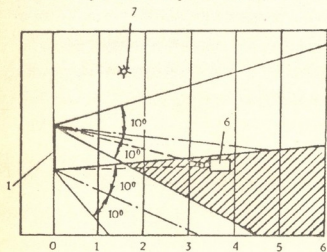


Рис.2

слой стеклоткани (4), которая покрыта тонким слоем лака (5), и

Угол распределения отраженного света составляет в вертикальной плоскости $\pm 10^\circ$, а в горизонтальной $\pm 30^\circ$ от зеркального направления отражения. Пересечение этих линий определяет приемлемую зону наблюдения.

Проекционный экран работает следующим образом [2]. Световой луч, попадая на отражающую поверхность (3) подложки (2) (рис.1), дважды проходит

повторяет структуру ткани, не заполняя ячейки. В этом случае нити стеклоткани работают как маленькие линзочки, расположенные в горизонтальном и вертикальном направлениях и заменяющие регулярные растры. Отраженный свет расширяется и перераспределяется в пространстве.

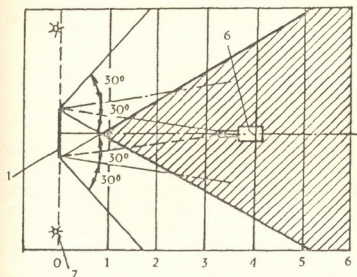


Рис.3

по оси абсцисс — величины угла наблюдения, показывает распределение коэффициента яркости по горизонтали — кривая 8, и распределение коэффициента яркости по вертикали — кривая 9.

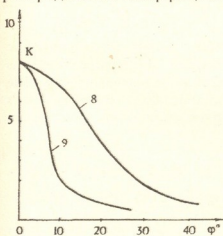


Рис.4

Из графика (рис.4) видно, что при использовании предлагаемого экрана коэффициент яркости увеличивается до 8 единиц при лучших показателях по углам наблюдения. Угол по горизонтали, при котором коэффициент яркости сравнивается с показателем бело-матового экрана, равен 40° .

Подбирая разную структуру ткани, можно варьировать значение величины угла распределения коэффициента яркости.

Проекционный экран можно изготовить следующим образом.

На алюминиевую фольгу толщиной, например, 30-50 мкм наклеивают предварительно покрывную акриловым лаком марки АК113 стеклоткань марки Э2-62 толщиной 0,062 мм с количеством нитей 72 и 48 на длине 10 см в продольном и поперечном направлениях соответственно.

Поверхность экрана отжимают вальцем. После высыхания полученный материал наклеивают краями или всей поверхностью на заранее изготовленную раму. Изготовленные таким образом экраны были использованы в различных системах отображения информации, в



частности в серийно выпускаемых видеопроекционных установках с диагональю экрана до 2,5 м.

Научно-исследовательский институт
"Оптика"

(Поступило 6.10.1993)

მექანიკა

ჯ.ავალიანი, გ.ხუბაშვილი

საპროექციო ეკრანი

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ახალი ტიპის საპროექციო ეკრანის დამზადების ტექნოლოგია, რომელიც დამყარებულია არეკვლილი სინათლის ანიზოტროპულ განაწილებაზე. დამზადებული ეკრანის ზედაპირი ხასიათდება მაღალი არეკვლის კოეფიციენტით, რომელიც რიცხობრივად 8-ს აღწევს. არეკვლილი სინათლე ხასიათდება გარკვეული მიმართულებით და გათვლილია მაყურებლის მდებარეობაზე. ნაშრომში მოცემულია ეკრანის დამზადების ტექნოლოგია, ახსნილია მისი მუშაობის პრინციპი.

MECHANICS

J. Avaliani, G. Khubashvili

Projection Screen

Summary

The manufacturing technology of new type projective screen based on anisotropic distribution of reflection light is examined. The surface of prepared screen is characterised with high reflection ratio which numerical value reaches up to 8. The reflection light is characterized with certain direction and calculated on spectator's location. The manufacturing technology of screen is given and its work principles are described.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.С.Бабенко. Оптика телевизионных устройств. М., 1982.
2. Д.И.Авалиани, Г.И.Хубашвили. Автор. свид. № 1529167, 15.12.89.

Г.И.Белтадзе

О существовании решения в лексикографических стохастических играх

(Представлено членом-корреспондентом Академии М.Е. Салуквадзе 11.06.1993)

Стохастические игры составляют частный класс общих динамических игр (см. [1,2]). В данной статье, опираясь, например, на сказанное в [3], мы сформулируем определение лексикографической антагонистической стохастической игры и установим условия существования решений в таких играх.

О п р е д е л е н и е. Лексикографическая антагонистическая стохастическая игра Γ глубины m есть набор, состоящий из p лексикографических игровых элементов или позиций $\Gamma_k = (\Gamma_k^1, \dots, \Gamma_k^m)$, $k = 1, \dots, p$. Каждый лексикографический игровой элемент описывается некоторой $p_k \times q_k$ -матрицей, элементы которой имеют вид

$$(b_{ij}^{k,l}, \dots, b_{ij}^{k,m}) = (a_{ij}^{k,l}, \dots, a_{ij}^{k,m}) + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{k,l} \Gamma_l, \quad (1)$$

где

$$q_{ij}^{k,l} \geq 0 \text{ и } 0 < \sum_{l=1}^p q_{ij}^{k,l} < 1 \quad (2)$$

Таким образом, согласно определению (1), если в k -м лексикографическом элементе первый игрок выбирает i -ю стратегию, а второй игрок j -ю стратегию, то выигрыш первого игрока будет равен $(b_{ij}^{k,l}, \dots, b_{ij}^{k,m})$, и с вероятностью $q_{ij}^{k,l}$ (для $l = 1, \dots, p$) происходит переход к разыгрыванию

l -го лексикографического элемента, а с вероятностью $1 - \sum_{l=1}^p q_{ij}^{k,l} > 0$ про-

цесс игры прекращается. На основании (1) игра может возвращаться в одну из предшествующих позиций, а в силу (2) вероятность того, что партия будет продолжаться бесконечно, равна нулю.

О п р е д е л е н и е. Стратегия игрока I в игре Γ представляет собой набор из p_k -векторов $\{X^{kn} = (x_I^{kn}, \dots, x_{p_k}^{kn})\}$ для $k = 1, \dots, p$ и всех положительных n , удовлетворяющих условиям

$$x_i^{kn} \geq 0, \quad \sum_{i=1}^{p_k} x_i^{kn} = 1. \quad (3)$$



Стратегия X^{kn} называется стационарной, если для всех k векторы X не зависят от n .

Аналогично (3), стратегией игрока 2 в игре Γ является набор q_k векторов $\{Y^{kn} = (y_1^{kn}, \dots, y_{q_k}^{kn})\}$, для которых $y_j^{kn} \geq 0$ и $\sum_{j=1}^{q_k} y_j^{kn} = 1$.

З а м е ч а н и е. По определению, число x_i^{kn} есть вероятность выбора первым игроком на n -м шаге игры в игровом элементе Γ_k своей i -й чистой стратегией. Мы будем рассматривать использование игроками стационарных стратегий, т.е. применение ими всегда одних и тех же элементарных стратегий при разыгрывании игровых элементов Γ_k ($k = 1, \dots, p$).

О п р е д е л е н и е. В игровом элементе Γ_k с матрицей выигрышей B_k ситуация $\left(\begin{matrix} * & * & * \\ X & , & Y \end{matrix} \right)$ в смешанных стратегиях называется решением (или ситуацией равновесия), если выполняются неравенства

$$X^k B_k Y^{i^* T} \leq X^{i^*} B_k Y^{i^* T} \leq X^{i^*} B_k Y^{i^* T}, \forall X^k, \forall Y^k. \quad (4)$$

В случае выполнения (4) для всех $k = 1, \dots, p$ будем говорить, что набор $\left\{ \begin{matrix} * & * & * \\ X & , & Y \end{matrix} \right\}$, $k = 1, \dots, p$ является решением лексикографической антагонистической стохастической игры Γ .

Известна теорема [4,5], показывающая, что множество ситуаций равновесия $\sigma(\Gamma)$ в лексикографической бескоалиционной игре $\Gamma = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$ в смешанных стратегиях можно описать с помощью аффинной игры $\Gamma_{(t)}$ степени $m-1$ следующим образом:

$$\sigma(\Gamma) = \bigcup_{t \in (0,1)} \bigcap_{t \in [0,t]} \sigma(\Gamma_{(t)}), \quad (5)$$

где

$$\Gamma_{(t)} = \Gamma^1 + (\Gamma^2 - \Gamma^1)t + \dots + (\Gamma^m - \Gamma^{m-1})t^{m-1}, \quad 0 \leq t \leq 1.$$

На основе (5) рассмотрим аффинную игру позиций Γ_l ($l = 1, \dots, p$).

Аффинную форму вектора (b_1^l, \dots, b_i^m) будем обозначать через

$$A_\Phi(b_1^l, \dots, b_i^m) \equiv b_1^l + (b_i^2 - b_1^l)t + \dots + (b_i^m - b_1^l)t^{m-1}, \quad 0 \leq t \leq 1$$

и положим $A_\Phi(b_1^l, \dots, b_i^m) = b_{l(t)}$.

Аффинная форма матрицы $B_l = \left\{ \left\{ b_{ij}^{l,1}, \dots, b_{ij}^{l,m} \right\} \right\}$ обозначается через

$$A_\Phi(B_l) = B_{l(t)}$$

Т е о р е м а 1. Пусть

$$(b^1, \dots, b^m) = (a^1, \dots, a^m) + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} (\Gamma_l^1, \dots, \Gamma_l^m),$$

тогда

$$b_{\omega} = a_{\omega} + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} \Gamma_{l,\omega}, \quad (6)$$

где $\Gamma_{l,\omega}$ - аффинная игра позиций Γ_l .

Игру $\Gamma_{k,\omega}$ будем называть аффинно-игровым элементом.

Допустим, что существуют решения игр $\Gamma_{k,\omega}$ на интервале $t \in [0, t_k]$, где $t_k \in [0, 1]$ ($k = 1, \dots, p$) [5]. Заменяем аффинно-игровый элемент $\Gamma_{k,\omega}$ в (6) компонентой значения $v_k(t), t \in [0, t_k]$ и положим

$$v_k(t) = \text{val}(B_{k,\omega}), \quad (7)$$

где $B_{k,\omega}$ есть $p_k \times q_k$ - матрица $\{b_{ij,\omega}^k\}$, элементы которой определяются равенствами

$$b_{ij,\omega}^k = a_{ij,\omega}^k + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} v_l(t), \quad (8)$$

причем

$$a_{ij,\omega}^k = A_{ij}^k(a_{ij}^{k,l}, \dots, a_{ij}^{k,m}), \quad t \in [0, t^*], \quad t^* = \min\{t_1, \dots, t_p\}.$$

Рассмотрим, кроме того, $p_k \times q_k$ - матрицу $Q_{kl} = \{q_{ij}^{kl}\}$, $k, l = 1, \dots, p$, составленную из вероятностей размыривания лексикографических игровых элементов. Множество решений игры Γ с матрицей выигрышей A обозначим через $\sigma(\Gamma(A))$.

Теорема 2. Если существует решение игры $\Gamma_{k,\omega}$ на положительном интервале $[0, t^*]$, то имеет место включение

$$\sigma(\Gamma(A_{k,\omega})) \bigcap_{l=1}^p \sigma(\Gamma(Q_{kl})) \subseteq \sigma(\Gamma(B_{k,\omega}))$$

на интервале $[0, t_0] \subseteq [0, t^*]$.

С л е д с т в и е. На основе (5) и теоремы 2 мы имеем

$$\sigma(\Gamma(B_k)) = \bigcup_{t \in (0, t^*)} \bigcap_{l=1}^p \sigma(\Gamma(B_{k,\omega})).$$

Теорема 3. Если для всех $k = 1, \dots, p$ и $t \in [0, t^*]$

$$\sigma(\Gamma(A_{k,\omega})) \cap \sigma(\Gamma(Q_{kl})) \neq \Phi,$$

то существует ровно одна вектор-функция $v(t) = (v_1(t), \dots, v_p(t))$ на $[0, t_0] \subseteq [0, t^*]$, удовлетворяющая соотношениям (7) и (8).

Д о к а з а т е л ь с т в о. Здесь мы приведем доказательство существования $v(t)$. Доказательство единственности $v(t)$ сравнительно легко. Определим индуктивно

$$v^0 = (0, \dots, 0),$$

$$b_{ij,\omega}^{k,r} = a_{ij,\omega}^k + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} v_l^{r-1}(t), \quad r = 1, 2, \dots$$

$$v_k^{r+1}(t) = \text{val}(B_{k,\omega}^r) = \text{val}\{b_{ij,\omega}^{k,r}\},$$

$$t \in [0, t_0].$$

Докажем, во-первых, что последовательность

$$\{v^r(t) = (v_1^r(t), \dots, v_n^r(t))\}$$

сходится равномерно, а во-вторых, что предел обладает свойствами (7) и (8). Положим

$$s = \max_{k,j} \left\{ \sum_{l=1}^n q_{lj}^{kl} \right\}.$$

Ясно, что $s < 1$. Положим также

$$C_r(t) = \max_k |v_k^{r-1}(t) - v_k^r(t)|, \quad t \in [0, t_0].$$

Отсюда мы получаем, что $C_r(t) \leq s \cdot C_{r-1}(t)$ и, следовательно, $C_r(t) \leq s^r C_0$. Итак, последовательность $\{v^r(t)\}$ оказывается последовательностью Коши и поэтому должна сходиться к некоторому пределу $v(t)$ и причем равномерно.

Положим $u_k(t) = \text{val}(B_{k(t)}) = \text{val}\{b_{ij}^k(t)\}$, где $b_{ij}^k(t)$ определяется равенством (8). В силу равномерной сходимости $\{v_k^r(t)\}$ на $[0, t_0]$ мы можем для любого $\varepsilon > 0$ выбрать r столь большим, чтобы для всех k выполнялись неравенства

$$\begin{aligned} |v_k^{r-1}(t) - v_k^r(t)| &< \frac{\varepsilon}{2}, \\ |v_k^r(t) - v_k(t)| &< \frac{\varepsilon}{2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Отсюда следует, что для всех k будет $|v_k^{r+1}(t) - v_k(t)| < \frac{\varepsilon}{2}$.

Это вместе с (9) означает, что для всех k будет $|v_k(t) - u_k(t)| < \varepsilon$. Но, так как ε произвольно, должно быть $v_k(t) = u_k(t)$, $t \in [0, t_0]$.

Теорема доказана.

Кутаисский технический университет
им. П.И. Мусхелишвили

(Получено 16.06.1993)

კომპიუტერული

გ. ბელთაძე

ამონახსნების არსებობის შესახებ ლექსიკოგრაფიულ
სტოქასტიკურ თამაშებში

რეზიუმე

განმარტებულია ლექსიკოგრაფიული ანტაგონისტური სტოქასტიკური თამაში Γ . შესაბამისი აფინური მატრიცული თამაშების საშუალებით დადგენილია Γ თამაშის ამონახსნის არსებობის საკმარისი პირობები.

G. Beltadze

About the Existence of Solutions in the Lexicographic Stochastic Games

Summary

The lexicographic antagonistic stochastic game Γ is introduced. Sufficient conditions for the existence of solutions are stated in terms of the corresponding affine matrix games Γ .

ლიტერატურა-REFERENCES

1. *Н.Н.Воробьев*. УМН, 25, вып. 2, 1970.
2. *Н.Н.Воробьев*. Успехи теории игр. Вильнюс, 1973, 162-168.
3. *Г.Оузи*. Теория игр. М., 1971.
4. *Г.И.Белтадзе*. Сообщения АН ГССР, 98, 1, 1980.
5. *Г.И.Белтадзе*. Сообщения АН ГССР, 139, 1, 1990.

Н.А.Киласонია

Об одном алгоритме решения задачи векторной оптимизации при ранжируемых критериях

(Представлено академиком М.Е.Салуквадзе 9.09.1993)

Большинство технических объектов и экономических систем описываются математическими моделями, являющимися задачами многокритериальной (векторной) оптимизации. Как известно [1], детерминированная задача многокритериальной оптимизации (МО) в общем случае имеет вид:

$$Q(x) \rightarrow \max_{x \in D}$$

$$D = \{x \in R^n; h_j(x) \geq 0, j = \overline{1, m}\}$$

Здесь $Q(x)$ – вектор-функция. Ее компоненты $q_i(x)$, $i = \overline{1, k}$ а также ограничения $h_j(x)$, $j = \overline{1, m}$ являются заданными непрерывными функциями. $x^* = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ – искомый вектор переменных модели (1).

Решение $x^* \in D$ является эффективным или парето-оптимальным [1], если не существует другое решение $x \in D$ такое, что

$$q_i(x) \geq q_i(x^*) \quad \forall i = \overline{1, k},$$

причем, хотя бы одно из неравенств – строгое. Совокупность эффективных решений образует множество Парето.

Разработано множество методов решения задачи (1). Одним из наиболее широко известных является метод идеального расстояния [2], суть которого состоит в нахождении компромиссного решения путем минимизации суммы квадратичных отклонений от оптимальных значений отдельных критериев.

В большинстве практических случаев [1], потребитель, т.е. лицо, принимающее решение (ЛПР), обладает дополнительной, не учитываемой задачей (1) информацией о критериях $q_i(x)$, $i = \overline{1, k}$, которая могла бы существенно ускорить процесс получения решения, а также повысить уровень доверия к нему. Вышесказанное явилось определяющим фактором возникновения множества так называемых интерактивных методов решения задачи МО, методов, подразумевающих диалог ЛПР с компьютером, в ходе которого дополнительно имеющаяся у ЛПР информация используется в процессе получения искомого решения. (Заметим, однако, что отсутствие дополнительной информации не исключает возможности применения интерактивного алгоритма. Один из таких методов приведен в работе [3]). В работе [1] дана классификация методов решения задачи МО в зависимости от типа применяемой

дополнительной информации. Один из выделенных пяти классов составляют методы, использующие информацию об относительной важности критериев. Ниже будет приведен новый интерактивный алгоритм указанного типа.

Предлагаемый метод состоит из двух фаз. Вначале, на подготовительном этапе вычисляются некоторые величины, которые далее будут применены в основной интерактивной процедуре. Это веса π_i , $i=\overline{1,k}$, характеризующие важность критериев, а также оптимальные и наихудшие значения для каждого критерия в отдельности (соответственно q_i^0 , q_i^m , $i=\overline{1,k}$). Для вычисления весов используется способ, предложенный в [4], который состоит в следующем: ЛПР сообщает о сопоставительной важности для любой пары критериев $q_i(x), q_j(x)$. Отношение 8:1 определяется как подавляющая важность i -го критерия по отношению к j -му; отношение 4:1 – как значительно большая важность; 2:1 – как большая важность; 1:1 – как отношение примерно равной важности, и составляется таблица.

	q_1	q_2	• • •	q_k	Σ
q_1					b_1
q_2					b_2
•					
•					
•					
q_k					b_m

В строки таблицы вносятся оценки отношения, характеризующего важность данного критерия сопоставительно с остальными. В последнем столбце записаны суммы соответствующих строк. Веса критериев определяются из отношений:

$$\frac{\pi_i}{\pi_j} = \frac{\sigma_i}{\sigma_j}, \quad \sum_{i=1}^k \pi_i = 1$$

На втором этапе реализуется основная интерактивная процедура, в которой после вычисления начального решения задачи (1) любым из существующих неинтерактивных методов производится его уточнение таким образом, что улучшение по критериям, текущие значения которых не удовлетворяют ЛПР, происходит за счет критериев, значения которых ЛПР допускает быть ухудшенными. При этом, что особенно важно, чем менее важен критерий, тем большее ухудшение допускается.



Для реализации вышесказанного, на каждой итерации изменение допустимой области и применяется принцип идеального расстояния [2].

Алгоритм имеет вид:

Шаг 0. На основе полученной от ЛПР информации о сопоставительной важности критериев вычисляются веса π_i , $i=\overline{1,k}$.

Вычисляются оптимальные значения критериев q_i^q , $i=\overline{1,k}$ путем решения однокритериальных задач $q_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}$, $i=\overline{1,k}$. Вычисляются

наихудшие значения критериев q_i^w , $i=\overline{1,k}$ путем решения задач $q_i(x) \rightarrow \min_{x \in D}$, $i=\overline{1,k}$.

Шаг 1. Находится начальное решение x^1 с помощью любого из существующих методов, и вычисляются соответствующие значения критериев.

Шаг 2. На каждой l -й итерации полученные текущие значения $q_i^l(x) = q_i^l$ предъявляются ЛПР, который выделяет три группы критериев:

- критерии, значения которых должны быть улучшены;
- критерии, значения которых не должны быть ухудшены;
- критерии, значения которых могут быть ухудшены.

Соответствующие индексные множества обозначим через N_I^l , N_A^l , N_K^l .

Шаг 3. Производится проверка на окончание процесса. Если $x^l = x^{l-1}$ или $N_I^l = \emptyset$, то процесс прерывается и текущие значения принимаются за решение задачи (1). В противном случае осуществляется переход на шаг 4.

Шаг 4. Решается задача

$$\tilde{R}(x) \rightarrow \min_{x \in D},$$

$$\text{где } \tilde{R}(x) = \sum_{i \in N_I^l} \left(\frac{q_i(x)}{q_i^q} - 1 \right)^2$$

$$\tilde{D} = D \cap D^l \quad (2)$$

$$D^c = \{x: q_i(x) \geq q_i^l \text{ для } i \in N_I^c \cup N_A^c\},$$

$$q_i(x) \leq q_i^l + \Delta_i^l \quad i \in N_K^l$$

$$\Delta_i^l = (q_i^l - q_i^w)(1 - \pi_i).$$

Решение задачи (2) и соответствующие значения критериальных функций принимаются за текущие, и осуществляется переход на шаг 2.

Приведенный выше алгоритм удобен для широкого круга потребителей, так как для его реализации от ЛПР, кроме предъявления информации об относительной важности критериев, требуется всего

лишь определение отношения к текущему значению критериев каждой итерации.

Институт систем управления АН Грузии

(Поступило 27.12.1993)

კიბერნეტიკა

ნ.კილასონია

რანჟირებულკრიტერიუმთან ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის ერთი ალგორითმის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის ახალი ინტერაქტიული მეთოდი. დიალოგური პროცედურა მინიმალურ მოთხოვნებს უყენებს გადაწყვეტილების მიმღებ პირს: გარდა კრიტერიუმთა მნიშვნელოვნების შესახებ ინფორმაციის წარმოდგენისა, მას მოეთხოვება მხოლოდ დამოკიდებულების გამოხატვა მიმდინარე მნიშვნელობების მიმართ ყოველ იტერაციაზე.

CYBERNETICS

N. Kilasonia

On an Algorithm of Solving the Vector Optimization Problem with Ranked Criteria

Summary

A new interactive method of solving the vector optimization problem is given. The dialogue procedure makes minimum demands of decision maker. Besides giving information about relative importance of criteria, DM is only required to express his opinion on current values of criteria at each iteration.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. М.Е.Салуквадзе, И.А.Киласония, А.А.Топчишвили. Об одном классификационном подходе к методам многокритериальной оптимизации. Тбилиси, 1990 (Препринт).
2. М.Е.Салуквадзе. Задачи векторной оптимизации в теории управления. Тбилиси, 1975, 201.
3. И.А.Киласония. Сообщ. АН Грузии, 141, 1, 1991.
4. Р.Бонэйсон, О.И.Дамиев, де Монгольфье, К.Терри. Автоматика и телемеханика, 8, 1971.

Г.С.Рамишвили

Формирование системы признаков, определяющих индивидуальность голоса

(Представлено академиком М.Е.Салуквадзе 29.12.1993)

Проблема характеристики индивидуальности голоса с необходимостью предполагает предварительный акустический анализ сигнала и установление соответствующей информативной системы признаков опознаваемого образа. Важным фактором при этом является то обстоятельство, что голосовые особенности говорящего проявляются, в целом, в процессе речевой активности человека, а это означает, что у одного и того же источника информации имеется несколько различных функций и что одни и те же акустические параметры сигнала характеризуют как своеобразие голоса, так и, в основном, обеспечивают передачу смысловой информации. Кроме того, сигнал несет также и другие сообщения, например, информацию об эмотивном состоянии говорящего, о его возрасте и поле, о его отношении к предмету высказывания или непосредственно к собеседнику. Речь может, наконец, содержать информацию и о физическом или психическом состоянии человека, о некоторых свойствах личности, его темпераменте и т.д.

В основе такого разнообразия лежит сложный процесс порождения речевого сигнала. Анализируя этот сложный целостный комплекс, в первую очередь, необходимо констатировать зависимость этих особенностей артикуляционного аппарата говорящего. Однако не менее важны и социальные закономерности и социальная обусловленность „речевой деятельности” человека. Речевая активность есть специфическая способность человека, основа социального опыта и тем самым непреодолимой пропасти между человеком и животным.

Вместе с тем, разнообразие информации дается как единство многих взаимосвязанных многокомпонентных структур. Поэтому не фильтрация, а учет разнообразных сведений, присутствующих в речевом сигнале, должен лечь в основу объективного описания любого сообщения, передаваемого речевым сигналом. Такая характеристика индивидуальности, как тембр голоса, описываемая распределением энергии по спектру, не может быть рассмотрена изолированно, вне связи с рассмотрением отдельных фонем, акустическая картина которых также описывается теми же физическими характеристиками. Аналогично обстоит дело и с манерой произношения или дефектами речи, которые проявляются всегда в определенном контексте. Даже частота основного тона голоса не характеризует личность однозначно в

любой момент времени и с одинаковым успехом участвует в передаче семантического содержания.

Что же в таком случае является инвариантным при решении задач распознавания тех или иных образов? Каким образом слуховое восприятие решает задачу разделения потоков информации, так тесно связанных и переплетенных между собой в физических параметрах речевого сигнала?

Ответ следует искать в комплексном исследовании акустических характеристик речевого сигнала как продукта действия сложного многофункционального речеобразующего механизма. Конкретно это должно означать, что смыслоразличительные признаки речи следует всегда рассматривать в условиях и с учетом функционирования конкретного, т.е. индивидуального источника, и наоборот, каждый индивидуальный голос должен быть охарактеризован в условиях реальной речевой активности, всегда несущей какую-нибудь смысловую информацию и протекающей с конкретной эмотивной нагрузкой.

Исходя из вышесказанного, основной задачей должно явиться изучение функциональных зависимостей между различными акустическими параметрами речевого сигнала, ответственными за проявление его определенных особенностей и за передачу той или иной информации.

Установление этих функциональных связей и правил перевода индивидуальных акустических признаков в шкалы инвариантного фонетического качества и наоборот позволит разработать основу для понимания процессов адаптивного восприятия образов и разработки систем их опознавания, подстраивающихся к тем или иным условиям представления речевого сигнала (системы идентификации голосов независимо от произносимых элементов речи, системы распознавания речи независимо от индивидуальных голосов и др.).

Для этого необходимо раскрыть всю многосложность тех превращений, которые обеспечивают перевод разнообразия физической картины звуков речи в шкалы инвариантного голоса.

Представим себе следующую схему проведения необходимых исследований.

Обозначим исходные акустические параметры речевого сигнала через $x_1, \dots, x_j, \dots, x_n$. Очевидно, под ними будут подразумеваться различные частотные, амплитудные и темпоральные характеристики речи. Эти параметры являются элементами, формирующими вторичные, как статические, так и динамические признаки восприятия индивидуальности голоса. Этими признаками, обозначаемыми через $y_1, \dots, y_n, \dots, y_m$, будут являться такие характеристики голоса, как тембр, высота и громкость, манера и характер произнесения и др.

Между признаками этих двух уровней должны существовать функциональные связи, специфические для определенного класса голосов и осуществляющие трансформацию n -мерного пространства акустических параметров в m -мерное пространство вторичных признаков, адекватно описывающих индивидуальность голоса —

$$y_i^k = f_i^k(X_i),$$

здесь k – индекс класса голоса, а X_i – набор акустических параметров, релевантных для y_i . Однако приведенный вид функции $f_i^k(X_i)$ не полностью отражает весь спектр влияний, которым подвержены значения параметров как x_j так и, следовательно, y_i . Поэтому зависимость $f_i^k(X_i)$ необходимо рассматривать также и как функцию побочных факторов Z_j , отражающих различные физиологическое, психическое или ситуационное состояние говорящего в условиях конкретного речевого процесса, т.е. необходимо учитывать и зависимость $x_j = \varphi_j(Z_j)$ и $y_i = \varphi_i(Z_i)$. Здесь Z_j и Z_i – наборы побочных факторов, релевантных к x_j и y_i .

Указанные зависимости как на уровне акустических корреляций, так и на уровне воздействий внешних факторов исследованы далеко недостаточно для адекватного описания природы индивидуальности голоса. Исходя из этого, в дальнейшем предполагается исследование следующих конкретных задач:

1. Нахождение взаимоотношений различных компонентов в гармонической структуре спектрально-временной картины речи, обеспечивающих инвариантное восприятие тембра голоса независимо от произносимых гласных звуков или неравномерностей амплитудно-частотной характеристики каналов связи.

2. Установление природы трансформации характера тембра

3. Определение индивидуального характера связи между отдельными частотными и динамическими параметрами формантной структуры звонких звуков и их поведения синхронно с основным тоном голоса.

4. Изучение индивидуального характера отклонения от нейтрального вида просодической и тембральной картины голоса в зависимости от эмоционального состояния говорящего, коммуникативного типа произносимой фразы, акустики среды (речевое поведение в условиях внешних шумов) и некоторых других физиологических, психических или ситуационных факторов.

Академия наук Грузии
 Институт систем управления

(Поступило 29.12.1993)

კიბეგრეტიკა

გ.რამიშვილი

ხმის ინდივიდუალობის განმსაზღვრელ ნიშანთა სისტემის
 ფორმირება

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია სამეტყველო სიგნალის სხვადასხვა მახასიათებლებს შორის იმ ფუნქციონალური კავშირების დადგენის გზები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხმების ინვარიანტულ აღწერას და ნებისმიერ კონტექსტში მათ კონსტანტურ აღქმას.

G.Ramishvili

Formation of the Features System Determining Voice Individuality

S u m m a r y

The paper describes a problem of determining of functional links between separate signal characteristics as a result of which it becomes possible to find invariant voice description which provides its constant perception in any context.



УДК 539.183-01

ФИЗИКА

С.М.Дибо, Т.М.Керселидзе, И.А.Поселидзе

О возможности использования базиса двухцентровых кулоновских волновых функций в квазимолекулярных расчетах

(Представлено академиком А.А.Бунишвили 10.3.1994)

При вычислении энергетических термов и волновых функций двухатомных молекул наиболее естественным ортогональным базисом молекулярных орбиталей является полный набор двухцентровых кулоновских волновых функций. Эти волновые функции представляют собой решения уравнения Шредингера, где в качестве потенциала фигурирует сумма двух, отстоящих друг от друга на заданном расстоянии, кулоновских потенциалов. Переменные в уравнении Шредингера с двумя кулоновскими потенциалами разделяются в вытянутой сферической системе координат, что дает возможность точного численного решения задачи. В настоящее время накоплен большой опыт численных расчетов энергетических термов и волновых функций электрона, находящегося в поле двух фиксированных кулоновских центров [1].

Преимуществом метода расчета электронных состояний двухатомных молекул, основанного на использовании двухцентровых кулоновских волновых функций, является его универсальность и ясность физического смысла вычислений. Метод не содержит никаких подгоночных параметров и одинаково применим для вычисления как основного, так и возбужденных электронных состояний двухатомных молекул.

Несмотря на выше указанные преимущества, двухцентровые кулоновские волновые функции практически не были использованы в молекулярных расчетах. Это вызвано, во-первых, сложностью реализации алгоритма вычислений этих функций и, во-вторых, сделанным в работе [2] пессимистическим выводом, что использование базиса двухцентровых кулоновских волновых функций для вычисления колебательных уровней энергии молекулы водорода приводит к медленной сходимости результата к наилучшему вариационному значению.

В данной работе двухцентровые кулоновские волновые функции используются для вычисления энергетических термов и волновых функций двухэлектронных квазимолекул He_2^{2+} и Li_2^{4+} . Целью исследования является выяснение возможностей применения метода для расчетов электронных состояний простых двухатомных квазимолекул, исследование скорости сходимости метода в зависимости от числа базисных функций, а также определение

состояний, вносящих наиболее существенный вклад в энергию электронов.

Волновая функция двух электронов, находящихся в поле двух фиксированных ядер с зарядами $Z_a=Z_b=Z$, удовлетворяет следующему уравнению Шредингера

$$\left(-\frac{1}{2}\Delta_1 - \frac{1}{2}\Delta_2 - \frac{Z}{r_{a1}} - \frac{Z}{r_{b1}} - \frac{Z}{r_{a2}} - \frac{Z}{r_{b2}} + \frac{1}{r_{12}} \right) \Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, R) = \mathcal{E}(R) \Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, R), \quad (1)$$

где r_{a1} , r_{b1} , и r_{a2} , r_{b2} - расстояния от электронов 1 и 2 до ядер a и b соответственно, $r_{12} = |\vec{r}_{a1} - \vec{r}_{a2}| = |\vec{r}_{b1} - \vec{r}_{b2}|$, $\mathcal{E}(R) = E(R) - Z^2/R$ - зависящая от расстояния R между ядрами энергия электронов, $E(R)$ - полная энергия квазимолекулы, а $\vec{r}_i = \vec{r}_{a_i} - \vec{R}/2 = \vec{r}_{b_i} + \vec{R}/2$ - радиус-векторы электронов. (Здесь и ниже используется система атомных единиц $e=m=1$).

После масштабного преобразования [3]

$$\vec{r}_{a_i} = \frac{\vec{\rho}_{a_i}}{Z}, \quad \vec{r}_{b_i} = \frac{\vec{\rho}_{b_i}}{Z}, \quad \vec{R} = \frac{\vec{L}}{Z}, \quad (2)$$

уравнение (1) примет вид

$$\left(-\frac{1}{2}\Delta_1 - \frac{1}{2}\Delta_2 - \frac{1}{\rho_{a1}} - \frac{1}{\rho_{b1}} - \frac{1}{\rho_{a2}} - \frac{1}{\rho_{b2}} + \frac{\alpha}{\rho_{12}} \right) \Phi(\vec{\rho}_1, \vec{\rho}_2, L) = \mathcal{E}(\alpha, L) \Phi(\vec{\rho}_1, \vec{\rho}_2, L), \quad (3)$$

где $\alpha=1/Z$ - параметр взаимодействия электронов, а

$$\mathcal{E}(\alpha, L) = Z^2 \mathcal{E}(R), \quad (4)$$

$$\Phi(\vec{\rho}_1, \vec{\rho}_2, L) = A^{-1} \Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, R).$$

Из условия нормировки волновой функции Ψ следует, что множитель $A=Z$.

Таким образом, решение уравнения (1) мы свели к решению уравнения (3). Решение уравнения (3) удобно тем, что в этом случае зависимость от Z появляется только в операторе кулоновского отталкивания электронов α/ρ_{12} (который тем меньше, чем больше заряд ядер), поэтому в качестве базисных функций разложения можно использовать волновые функции иона молекулы водорода H_2^+ . После решения уравнения (3) собственные волновые функции и собственные значения исходного уравнения (1) получаются из соотношений (4) и (2).

Если в уравнении (3) пренебречь членом, описывающим кулоновское отталкивание электронов, то полную координатную волновую функцию двух электронов можно представить в виде

$$\varphi_{ijm}^{(+)}(1,2) = C_{ij}^{(+)} \left(\varphi_{im_i}(1) \varphi_{jm_j}(2) + \varphi_{im_i}(2) \varphi_{jm_j}(1) \right), \quad (5)$$

$$\varphi_{ijm}^{(-)}(1,2) = C_{ij}^{(-)} \left(\varphi_{im_i}(1) \varphi_{jm_j}(2) - \varphi_{im_i}(2) \varphi_{jm_j}(1) \right),$$

где $c_{ij}^{(\pm)} = \left[2(I \pm \delta_{ij}) \right]^{-1/2}$, $m = m_i + m_j$ - сумма проекций орбитальных моментов электронов на молекулярную ось L , а φ_{im_i} - двухцентровые кулоновские волновые функции, являющиеся решениями следующего уравнения Шредингера

$$\left(-\frac{1}{2} \Delta - \frac{1}{\rho_a} - \frac{1}{\rho_b} \right) \varphi_{im_i}(\vec{\rho}, L) = \varepsilon_{im_i}(L) \varphi_{im_i}(\vec{\rho}, L). \quad (6)$$

В (5) знаки (\pm) соответствуют синглетному и триплетному состояниям двух электронов, а i (или j) - обозначают совокупность квантовых чисел, характеризующих (вместе с квантовым числом m_i (или m_j)) состояние электрона в молекуле H_2^+ .

Разложим волновую функцию $\Phi(1,2)$ по волновым функциям (5) (знак суммы включает интегрирование по непрерывному спектру)

$$\Phi_{km}^{(\pm)}(1,2) = \sum_{p \geq l} a_{klp}^{(\pm)}(L) \varphi_{lpm}^{(\pm)}(1,2). \quad (7)$$

После подстановки разложения (7) в уравнение (3), умножения на волновую функцию $\varphi_{ijm}^{(\pm)}(1,2)$ и интегрирования по электронным координатам, получим

$$\sum_{p \geq l} \left[\langle \varphi_{ijm}^{(\pm)} | \hat{H} | \varphi_{lpm}^{(\pm)} \rangle - \varepsilon_{km}^{(\pm)} \langle \varphi_{ijm}^{(\pm)} | \varphi_{lpm}^{(\pm)} \rangle + \alpha \langle \varphi_{ijm}^{(\pm)} | \frac{1}{\rho_{12}} | \varphi_{lpm}^{(\pm)} \rangle \right] a_{klp}^{(\pm)}(L) = 0, \quad (8)$$

где $\hat{H} = \hat{h}(1) + \hat{h}(2)$, $\hat{h}(i) = -\frac{1}{2} \Delta_i - \frac{1}{\rho_{a_i}} - \frac{1}{\rho_{b_i}}$ - гамильтониан молекулы H_2^+ .

Для того, чтобы система уравнений (8) имела решение отличное от нуля, детерминант, составленный из коэффициентов, стоящих перед неизвестными, должен равняться нулю

$$\left| \langle \varphi_{ijm}^{(\pm)} | \hat{H} | \varphi_{lpm}^{(\pm)} \rangle - \varepsilon_{km}^{(\pm)}(\alpha, L) \langle \varphi_{ijm}^{(\pm)} | \varphi_{lpm}^{(\pm)} \rangle + \alpha \langle \varphi_{ijm}^{(\pm)} | \frac{1}{\rho_{12}} | \varphi_{lpm}^{(\pm)} \rangle \right| = 0. \quad (9)$$

При заданном значении параметра α полученное уравнение определяет энергию электронов как функцию межъядерного расстояния L . Отметим, что при выводе системы уравнений (9) не было сделано никаких упрощений, поэтому точность вычисления целиком зависит от приближений, используемых при решении системы, и в частности от числа решаемых уравнений.

Вычислим интеграл, определяющий кулоновское отталкивание электронов в молекуле водорода

$$\langle ij | \frac{1}{\rho_{12}} | lp \rangle = \iint \varphi_{im_i}^* (\bar{\rho}_1, L) \varphi_{jm_j}^* (\bar{\rho}_2, L) \frac{1}{\rho_{12}} \varphi_{im_i}^* (\bar{\rho}_1, L) \varphi_{jm_j}^* (\bar{\rho}_2, L) d\tau_1 d\tau_2. \quad (10)$$

Здесь $\varphi_{im_i}^* (\bar{\rho}, L)$ – волновые функции двухцентрового кулоновского базиса, заданного как полный набор решений уравнения Шредингера (6) при дискретном значении энергии электрона.

Уравнение (6) обычно решается в вытянутой сфероидальной системе координат: $\xi = (\rho_a + \rho_b)/L$, $\eta = (\rho_a - \rho_b)/L$, φ ($-\infty < \xi < \infty$), $-1 \leq \eta \leq 1$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$. В этом случае в уравнении переменные разделяются и волновые функции

$\varphi_{im_i} (\bar{\rho}, L)$ представляются в виде произведения трех функций, каждая из которых зависит от одной переменной [1]

$$\varphi_{im_i} (\bar{\rho}, L) = N_i(L) X_{im_i} (\xi, L) Y_{im_i} (\eta, L) e^{im_i \varphi} / \sqrt{2\pi}, \quad (11)$$

где $N_i(L)$ – нормировочный множитель.

Для оператора кулоновского отталкивания электронов $1/\rho_{12}$ воспользуемся разложением Неймана [4]

$$\frac{1}{\rho_{12}} = \frac{2}{L} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n (-1)^m \varepsilon_m (2n+1) \left[\frac{(n-m)!}{(n+m)!} \right]^2. \quad (12)$$

$$\cdot P_n^m(\eta_1) P_n^m(\eta_2) P_n^m(\xi_<) Q_n^m(\xi_>) \cos[m(\varphi_1 - \varphi_2)],$$

где $\varepsilon_m = 2 - \delta_{m0}$, P_n^m и Q_n^m – присоединенные полиномы Лежандра соответственно первого и второго родов [5], а $\xi_>$ и $\xi_<$ обозначает большую или меньшую из величин ξ_1 и ξ_2 .

Подставляя (11) и (12) в (10) и учитывая, что элемент объема $d\tau = L^3 (\xi^2 - \eta^2) d\xi d\eta d\varphi / 8$, получим после интегрирования по $d\varphi_1$, $d\varphi_2$ и некоторых преобразований [6]

$$\langle ij | \frac{1}{\rho_{12}} | lp \rangle = \frac{L^5 N}{32} \sum_{n=0}^{\infty} (2n+1) \frac{(n-m)!}{(n+m)!} \int_1^{\infty} \frac{F_{il}^{(n,m)}(\xi) F_{jp}^{(n,m)}(\xi) d\xi}{(\xi^2 - 1) [P_n^m(\xi)]^2}, \quad (13)$$

где введены обозначения $N = N_i N_j N_l N_p$,

$$F_{\mu\nu}^{(n,m)}(\xi) = \int_1^{\xi} X_{\mu} (x) X_{\nu} (x) P_n^m (x) I_{\mu\nu}^{(n,m)} (x) dx, \quad (14)$$

$$I_{\mu\nu}^{(n,m)} (x) = x^2 \int_{-1}^x Y_{\mu} (\eta) P_n^m (\eta) d\eta - \int_{-1}^x Y_{\nu} (\eta) P_n^m (\eta) Y_i (\eta) \eta^2 d\eta. \quad (15)$$

(Здесь мы опускаем аргумент L и индекс m_i в функциях $X_{im_i} (\xi, L)$ и $Y_{im_i} (\eta, L)$). Формулы (13-15) полностью определяют интеграл кулоновского отталкивания электронов (10).

Используя численные волновые функции восьми нижайших состояний иона молекулы водорода

$$I_k \equiv 1S\sigma_k, I_u \equiv 2P\sigma_u, 2u \equiv 2P\pi_u, 2g \equiv 2S\sigma_g, \\ 3g \equiv 3d\sigma_g, 3u \equiv 3P\sigma_u, 4g \equiv 3d\pi_g, 4u \equiv 4f\sigma_u$$

(состояния H_2^+ классифицируются по квантовым числам объединенного атома [1], алгоритм вычисления волновых функций основан на результатах работы Бейтса и Рида [7]), мы вычислили матричные элементы

$$\langle iglg \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lpg \rangle, \langle iglg \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lupu \rangle, \\ \langle iuju \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lupu \rangle, \langle igju \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lpgu \rangle$$

в интервале межъядерных расстояний $0,5 \leq L \leq 9a_0$. Всего вычислено 46 матричных элементов.

Отметим некоторые особенности нахождения матричных элементов. Интегрирование выражения (13) велось по формуле Симпсона. Верхняя граница интервала по ξ , в котором подынтегральные функции $F_{il}^{(n,m)}(\xi)$ и $F_{jp}^{(n,m)}(\xi)$ вычислялись на основе выражения (14), определялась из условия постоянства этих функций (с точностью восьми знаков после занятой) с ростом ξ . В интервале $[\xi_{max}, \infty)$ функции $F_{il}^{(n,m)}(\xi)$ и $F_{jp}^{(n,m)}(\xi)$ как константы, выносились из-под интеграла, после чего интеграл вычислялся аналитически.

Для контроля правильности вычислений мы сравнили наши результаты с результатами работы [6], в которой вычислены четыре матричных элемента $\langle lglg \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lglg \rangle$, $\langle lglg \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lul u \rangle$, $\langle lul u \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lul u \rangle$ и

$\langle lglu \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lglu \rangle$ в интервале межъядерных расстояний $0,1 \leq L \leq 9a_0$.

Сравнение показало, что для первых трех матричных элементов результаты вычислений полностью совпадают в интервале межъядерных расстояний $0,5 \leq L \leq 5a_0$. При больших L полученные нами значения несколько меньше (отличие в четвертом знаке). Что касается

матричного элемента $\langle lglu \left| \frac{1}{\rho_{12}} \right| lglu \rangle$, то для него в [6] получены неверные значения при всех межъядерных расстояниях.

Используя значения матричных элементов кулоновского отталкивания электронов, по формулам (8,9) нами вычислены энергетические термы и волновые функции различных состояний двухэлектронных гомоядерных квазимолекул He_2^{++} и Li_2^{4+} . Наиболее

полные вычисления были выполнены для основного $\lambda' \sum_g^+$ состояния и возбужденных состояний той же симметрии.

При рассмотрении состояний $^1 \sum_g^+$ симметрии учет в разложении (7) двух нижайших состояний $H_2^+ 1g$ и $1u$ приводит к системе двух уравнений, связывающих состояния с электронными конфигурациями $(1S\sigma_g)^2$ и $(2P\sigma_u)^2$. Учет в разложении (7) состояний $2g, 3g, 4g$ расширяет систему (8) до восьми уравнений. Эти уравнения связывают между собой состояния $(1S\sigma_g)^2, (2P\sigma_u)^2$, одноэлектронно возбужденные состояния $(1S\sigma_g)(2S\sigma_g), (1S\sigma_g)(3d\sigma_g)$ и двухэлектронно возбужденные состояния $(2S\sigma_g)^2, (3d\sigma_g)^2, (2S\sigma_g)(3d\sigma_g), (3d\pi_g)^2$. При включении в разложение (7) состояний $2u, 3u, 4u$ система (8) расширяется до 14 уравнений. К уже рассмотренным состояниям добавляются двухэлектронно возбужденные состояния $(2P\sigma_u)(3P\sigma_u), (2P\pi_u)^2, (3P\sigma_u)^2, (2P\sigma_u)(4f\sigma_u), (3P\sigma_u)(4f\sigma_u), (4f\sigma_u)^2$.

Т а б л и ц а

Полная энергия основного состояния квазимолекулы He_2^{++} , вычисленная в приближении N -состояний. $E_{\text{внр}}(R)$ – значения полной энергии, полученные вариационным методом [8]

$N \backslash R$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1	-3,4981	-3,5529	-3,4521	-3,3626	-3,3041
2	-3,5247	-3,6240	-3,6026	-3,6201	-3,6616
3	-3,5545	-3,6435	-3,6129	-3,6242	-3,6631
4	-3,5546	-3,6442	-3,6146	-3,6267	-3,6652
5	-3,5551	-3,6445	-3,6147	-3,6267	-3,6652
6	-3,5551	-3,6446	-3,6150	-3,6269	-3,6652
7	-3,5552	-3,6446	-3,6150	-3,6269	-3,6652
8	-3,5552	-3,6446	-3,6150	-3,626	-3,6652
9	-3,5577	-3,6465	-3,6157	-3,6270	-3,6653
10	-3,5599	-3,6483	-3,6166	-3,6273	-3,6654
11	-3,5601	-3,6484	-3,6167	-3,6273	-3,6654
12	-3,5602	-3,6485	-3,6168	-3,6273	-3,6654
13	-3,5603	-3,6485	-3,6168	-3,6273	-3,6654
14	-3,5603	-3,6485	-3,6168	-3,6273	-3,6654
$E_{\text{внр}}(R)$	-3,5997	-3,6726	-3,6302	-3,6370	-3,6756

Таким образом, если в разложении (7) ограничиться рассмотрением только тех базисных функций, которым в пределе разъединенных ядер соответствует главное квантовое число $n \leq 2$, то приходим к системе 14 связанных уравнений. Решение этой системы уравнений осуществлялось на ЭВМ. Результаты вычислений полной энергии основного состояния квазимолекулы He_2^{++} , выполненных в приближении N ($1 \leq N \leq 14$) состояний, приведены в таблице для некоторых значений межъядерного расстояния R . В конце таблицы



приведены значения полной энергии основного квазимолекулы He_2^{++} , полученные вариационным методом с использованием 75-параметровой волновой функции типа Джеймса и Кулиджа [3].

Из таблицы видно, что для основного терма квазимолекулы He_2^{++} уже в приближении двух состояний получают неплохие результаты. Учет одноэлектронно возбужденных состояний существенно улучшает результаты. Включение в разложение (7) двухэлектронно возбужденных состояний также улучшает результаты (особенно учет двух нижайших состояний $(2P\sigma_u)(3P\sigma_u)$ и $(2P\pi_u)^2$), хотя сходимость к наилучшему вариационному значению не очень быстрая. Для квазимолекулы Li_2^{4+} улучшение результатов расчета с увеличением числа базисных функций происходит аналогично. Однако скорость сходимости в этом случае более высокая.

Проведенное исследование показало, что при вычислении энергетических термов двухатомных многозарядных квазимолекул использование базиса двухцентровых кулоновских волновых функций дает неплохие результаты. Однако применение метода для проведения прецизионных расчетов требует расширения набора базисных функций и, в частности, включения в него функций непрерывного спектра. Другая возможность увеличения точности расчета заключается в использовании двухцентровых кулоновских функций, содержащих один или несколько вариационных параметров (например, эффективный заряд и т.д.).

Тбилисский государственный
университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 29.03.1994)

ფიზიკა

ს. დიბო, თ. კერესელიძე, ი. ნოსელიძე

ორცენტრიანი კულონური ტალღური ფუნქციების ბაზისის
გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ კვაზიმოლეკულურ
გამოთვლებში

რ ე ზ ი უ მ ე

ორცენტრიანი კულონური ტალღური ფუნქციების ბაზისი გამოყენებულია He_2^{++} და Li_2^{4+} კვაზიმოლეკულების ენერგეტიკული თერმების გამოსათვლელად. ნაშრომის მიზანია ორცენტრიანი კულონური ტალღური ფუნქციების გამოყენების შესაძლებლობის გამოკვლევა კვაზიმოლეკულურ გამოთვლებში.

S.Dibo, T.Kereselidze, I.Noselidze

On the Possible Use of the Basis of Two-Coulomb-Centre Wave Functions in the Quasimolecular Calculations

Summary

The basis of two-coulomb-centre wave functions is used for calculating the energy terms of the quasimolecules He_2^{++} and Li_2^{4+} . The aim of this paper is the investigation of the possible use of the two-Coulomb-centre wave functions in the quasimolecular calculations.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. И.В.Комаров, Л.И.Пономарев, С.Ю.Славянов. Сфероидальные и кулоновские сфероидальные функции. М., 1976.
2. O.A.Mogilevsky, L.I.Ponomarev, F.R.Vukajlović. J.Phys. B: Atom. Molec. Phys., **13**, 1980, 2489.
3. Т.М.Кереселидзе, О.Б.Фирсов. ЖЭТФ, **65**, 1973, 98.
4. Ф.М.Морс, Г.Фешбах. Методы теоретической физики. 2, М., 1960.
5. Е.Янке, Ф.Эмде, Ф.Леш. Специальные функции. М., 1968.
6. F.R.Vukajlovic, O.A.Mogilevsky. J. Phys. B: Atom. Molec. Phys., **13**, 1980, 2157.
7. D.R.Bates, R.H.C.Reid. Advanced in Atomic and Molecular Physics, IV. New York and London, Academic Press, 1968.
8. H. Yagisawa, H.Sato, T.Watanabe. Phys. Rev. A., **16**, 1977, 1352.



УДК 539.2

ФИЗИКА

К.А.Квавадзе, Г.Г.Басилия, А.А.Тархнишвили, Д.Д.Игитханшвили,
 М.М.Иадоренишвили

Низкотемпературная теплоемкость облученных нейтронами кристаллов LiF

(Представлено академиком А.А.Буишвили 2.11.1993)

Исследование взаимодействия нейтронного облучения с твердым телом является одним из наиболее актуальных вопросов физики твердого тела. Особенно ярко влияние радиации проявляется в таких веществах, в которых происходят ядерные реакции. С этой точки зрения, особенно интересны кристаллы фтористого лития – LiF, ~ 6-7% этого соединения составляет радиоактивный изотоп Li⁶. При облучении кристаллов LiF нейтронами, кроме эффектов воздействия быстрых нейтронов, очень большое влияние оказывают продукты распада изотопа Li⁶: тритий, гелий и вакансии иона Li⁺. Продукты распада ядерной реакции Li⁶ + n₀ (тепловые) → He³ (2.1 Мэв) + H³ (2.7 Мэв) передают кристаллу ≈ 4,8 Мэв энергии и создают множество дефектов.

Действительно, многосторонние исследования облученных в ядерном реакторе кристаллов LiF (оптическая спектроскопия, парамагнитный резонанс, электронная микроскопия) показывают, что в таких кристаллах резко возрастает число точечных дефектов. В частности, в оптических спектрах облученных кристаллов LiF была обнаружена интенсивная полоса при длине волны λ = 240 нм, происхождение которой связывают с возникновением в кристаллах F-центров [1]. Кроме того, в облученных нейтронами кристаллах LiF, помимо F-центров, с помощью рентгеноструктурного анализа были обнаружены субмикроскопические пустоты, скопления вакансий – кластеры [1].

Возникающие в кристаллах в результате радиационного воздействия дефекты решетки меняют не только их локальные свойства, но и такие макрохарактеристики, как электропроводность, теплоемкость и т.п.

Целью данной работы является изучение влияния F-центров на низкотемпературную теплоемкость кристаллов LiF (по общепринятой модели F-центр представляет собой вакансию, захватившую электрон).

В ранее опубликованной работе на примере кристаллов KCl, содержащих F-центры, нами было показано, что имеет место резкое увеличение низкотемпературной теплоемкости дефектного кристалла по сравнению с чистым (эталонным) образцом. F-центры были созданы аддитивным окрашиванием. Вызывая деформацию решетки вокруг себя, F-центры приводят к ослаблению силовых постоянных связи дефекта с соседними атомами минимум в двух первых

координационных сферах. Ослабление силовых постоянных, в свою очередь, вызывает возникновение низкочастотных резонансных колебаний в колебательном спектре кристалла, что и определяет наблюдаемый нами эффект роста низкотемпературной теплоемкости [2].

Облучение кристаллов LiF нейтронами производилось в низкотемпературной петле ядерного реактора Института физики АИ Грузии. Температура облучения $T = 80$ К, интегральный поток составил $2 \cdot 10^{17}$ н/см². Завернутые в алюминиевую фольгу образцы хранились на реакторе 4 года до тех пор, пока активность кристалла не упала до 0,15 микрорентген. Прозрачные кристаллы LiF в результате облучения приобретают темно-коричневую окраску, что свидетельствует о возникновении в кристаллах различного типа центров окраски.

Измерения проводились на созданном нами адиабатном импульсном дифференциальном калориметре [3] в равновесных условиях в области температур (2-40) К.

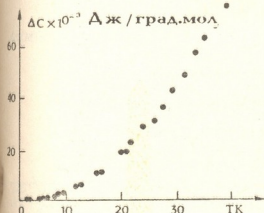


Рис.1. Температурная зависимость прироста теплоемкости облученного кристалла LiF. Доза облучения $2 \cdot 10^{17}$ н/см²

На рис.1 представлена температурная зависимость разности теплоемкостей $\Delta C(T) = C(T) - C_0(T)$, где $C(T)$ и $C_0(T)$ — теплоемкости облученного и эталонного образцов соответственно. Необходимо заметить, что оба сравниваемых образца содержали одинаковое количество атомов.

Как известно, причиной роста низкотемпературной теплоемкости является рост плотности состояний в низкочастотной области фононного спектра. Это, в свою очередь, можно осуществить либо введением тяжелой примеси в легкую матрицу, либо ослаблением силовых постоянных между примесью и соседями [4].

Возникновение вакансий и смещение ионов решетки в облученных кристаллах LiF вызывает рост параметра решетки (рис.2) [1]. Ясно, что в результате расширения решетки вокруг F-центра ожидается ослабление силовых постоянных связи дефекта (F-центра) с соседними атомами. Действительно, теоретическое исследование динамики решетки кристаллов, содержащих F-центры, показывает резкое ослабление силовых постоянных связи дефекта с его ближайшими соседями [2].

Таким образом, из вышесказанного следует, что ослабление связи вблизи дефекта может привести к формированию резонансного пика, несмотря на то, что в инфракрасных спектрах кристаллов LiF:F-центр не наблюдается выраженных резонансных колебаний (возможно, из-за того, что в той же области спектра существует интенсивный фон основного поглощения).

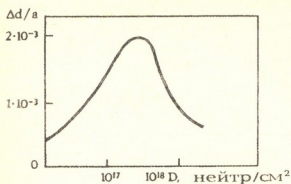


Рис.2. Дозная зависимость параметра решетки кристалла LiF[1]

Полученный экспериментальный результат однозначно указывает на то, что искажения решетки вокруг F-центра вызывают такое ослабление силовых постоянных взаимодействия, которое достаточно для возбуждения резонансных колебаний соседних с дефектом атомов. Последнее же является единственной причиной роста низкотемпературной теплоемкости облученных нейтронами кристаллов LiF.

Институт физики АН Грузии

(Поступило 3.11.1993)

ფიზიკა

კ.ყვავაძე, გ.ბასილია, ლ.თარხნიშვილი, დ.იგითხანიშვილი, მ.ნადარეიშვილი

ნეიტრონებით დასხივებული LiF-ის კრისტალების დაბალტემპერატურული სითბოტევადობა

რეზიუმე

დიფერენციალური კალორიმეტრიის მეთოდით 1,5-40 K ტემპერატურულ ინტერვალში გაზომილ იქნა ნეიტრონებით გასხივებული LiF-ის კრისტალების სითბოტევადობა.

ნაჩვენებ იქნა, რომ აღნიშნულ არეში ადგილი აქვს ნიმუშის სითბოტევადობის გაზრდას ეტალონთან (დაუსხივებელ ნიმუშთან) შედარებით.

დადგინდა იქნა, რომ დასხივების შედეგად წარმოქმნილი F-ცენტრების ირგვლივ ადგილი აქვს მესერის დეფორმაციას - იონების წანაცვლებას, რაც იწვევს დეფექტსა და მის უახლოეს მეზობლებს შორის ურთიერთქმედების ძალური მუდმივების შესუსტებას, ეს უკანასკნელი კი გასხივებული LiF-ის კრისტალების დაბალტემპერატურული სითბოტევადობის ზრდის ერთ-ერთი მიზეზია.

PHYSICS

K. Kvavadze, G. Basilaia, D. Igitkhanishvili, L. Tarkhishvili, M. Nadareishvili

Low-Temperature Heat-Capacity of Neutron Irradiation of LiF Crystals

Summary

Heat capacity of irradiated LiF crystals by the differential calorimetry method has been investigated in the temperature range 1.5 - 40 K. It is shown that in the mentioned temperature range the increase of heat capacity of the irradiated samples is observed compared with the standard (unirradiated sample).

It is established that lattice deformation - ion shifting takes place round the F-centers as a result of irradiation, that causes the reduction of force constants of defect coupling (F-centers) with the nearest neighbours, the latter being the one of the reasons of the low-temperature heat capacity increase due to irradiation.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Б.В.Будьлин, А.А.Воробьев.* Действие излучений на ионные структуры. М., 1962, 62-70.
2. *К.А.Квавадзе, Л.А.Тархашвили, Д.Д.Игитхашвили, М.М.Надарешвили, С.Ф.Соболевская.* ФТТ, 30, 11, 1988, 3395-3398.
3. *К.А.Квавадзе, М.М.Надарешвили.* Автор. свид. СССР № 4309031, 1989.
4. *Ю.М.Каган, Я.А.Иосилевский.* ЖЭТФ, 45, 3, 1963, 819-821.

Г.С.Карумидзе, Г.А.Тевзадзе, Ш.Ш.Шавелашвили

О возможности получения алмаза электронной проводимости

(Представлено академиком Н.С.Амаглобели 26.11.1993)

Алмаз является одним из мощных резервов электронной промышленности на кристаллических полупроводниках. Перспективность алмаза определяется такими его уникальными свойствами, как дрейфовая скорость носителей тока и напряженность электрического пробоя, имеющими значения, близкие к предельным; при этом алмаз обладает достаточно высокой термо- и радиационной стойкостью.

Развитие алмазного полупроводникового приборостроения непосредственно связано с возможностями технологии изготовления материалов с дырочной и электронной проводимостью, с однородно распределенной легирующей примесью. В настоящее время общепринятым способом получения алмаза дырочной и электронной проводимости является метод ионной имплантации. В качестве легирующей примеси для получения алмаза p -типа служит бор, а для n -типа – литий [1].

Методом ионной имплантации алмазы относительно легко легируются бором, при этом достигаются параметры, приемлемые для полупроводникового приборостроения. Получение алмаза n -типа и, следовательно, омических контактов является нерешенной проблемой. Решить проблему получения алмаза n -типа методом термической диффузии также представляется невозможным из-за малых значений коэффициентов термодиффузии примесей в алмазе. Так, например, коэффициент термодиффузии лития в алмазе составляет 10^{-15} см²/с при температуре ~ 1800 К [2].

Принципиальные трудности возникают и при получении сильнолегированных областей n -типа в алмазе методом ионной имплантации. Эти трудности связаны с тем, что в процессе ионной имплантации возникает большое количество неравномерно распределенных радиационных дефектов (РД). РД не устраняются полностью и при высокотемпературном отжиге ($T_{отж} \sim 1700$ К) [3]. РД и, следовательно, структурные нарушения, возникающие при легировании алмаза литием, приводят к:

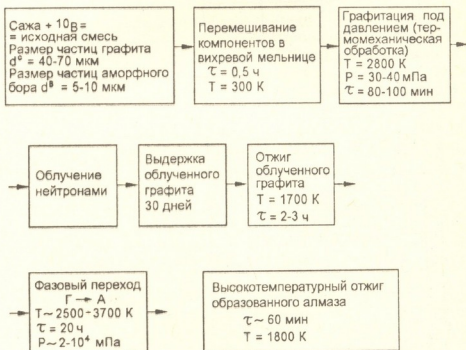
– значительной неравномерности распределения электрического сопротивления ($\frac{\Delta\rho}{\rho} \geq 15\%$);

– графитации алмаза после облучения дозой $\sim 10^{15}$ ионов/см², в связи с чем приходится удалять слои графита;

– образованию области n -типа лишь в узкой полосе, которая составляет всего 0,5-1,2 мкм при энергии ионов 40-80 кэВ соответ-

ственно, т.е. принципиально невозможно получить сильнолегированные области *n*-типа в объемных образцах [4].

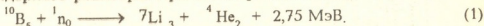
Таким образом, исходя из вышеизложенного, следует заключить, что получение алмазов *n*-типа является актуальной и нерешенной задачей. В настоящей работе предлагается способ получения объемных образцов алмазов *n*-типа с однородно распределенной легирующей примесью, который заключается в облучении медленными нейтронами реактора графита, легированного изотопом ^{10}B . В результате облучения и деления изотопа ^{10}B образуется литий. Графит, содержащий литий, методом твердофазного превращения переходит в алмаз. Схема технологии изготовления алмаза *n*-типа представлена на рис. и состоит из следующих основных этапов:



– перемешивание сажи высокой чистоты в вихревой мельнице с аморфным бором, обогащенным изотопом ^{10}B . Обогащение составляет $\geq 99,5\%$, содержание основного вещества – $\geq 99\%$, свободный углерод – $0,5\%$, остальные примеси $\sim 0,5\%$. Размер частиц углерода (сажи) $3-7$ мкм, а аморфного бора – $5-10$ мкм;

– высокотемпературный отжиг смеси (C+V) под давлением $P=30-40$ мПа в течение $80-100$ мин с целью получения рекристаллизованного графита (РГ). Одновременно происходит равномерное распределение бора в графите (термическая диффузия);

– облучение легированного бором графита медленными нейтронами в канале ядерного реактора. При этом протекает ядерная реакция



Количество образованных атомов N_{Li} рассчитывается по формуле



Примеси в графите и боре (изотоп ^{10}B)

Примесный элемент	Fe	Ti	Cl	F	Co	Cu	Mn	Na	Al	Si	Ni	CaMg	Ca
Кол-во примеси в 1 г графита (г)	$3 \cdot 10^{-7}$					$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$		$3 \cdot 10^{-7}$			$3 \cdot 10^{-7}$	
Кол-во примеси в $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ }^{10}\text{B}$ (г)	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$7,2 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	$7,2 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$2,88 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$
Суммарное кол-во примеси (г)	$6,6 \cdot 10^{-7}$	$7,2 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	$1,72 \cdot 10^{-7}$	$1,04 \cdot 10^{-8}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	$6,6 \cdot 10^{-7}$	$2,88 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$4,8 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$

$$N_{Li} = N_{10B} \cdot \sigma \cdot \Phi,$$

где N_{10B} – исходное количество атомов изотопа ^{10}B , σ – сечение поглощения нейтронов изотопом ^{10}B , равное $4 \cdot 10^3$ барн, Φ – флюенс нейтронов. $\Phi = \varphi \cdot \tau$, где φ – поток нейтронов (н/см^2), τ – время облучения;

– высокотемпературный отжиг ($T = 1700\text{K}$) облученного графита в течение 2 часов в целях отжига R_D , возникающих в процессе облучения и восстановления структуры графита [5];

– твердофазное превращение облученного графита в алмаз. Процесс прямого перехода графита в алмаз проводится при температуре $\sim 3000\text{ K}$, давлении 10^3 МПа в течение 30 мин [1];

– высокотемпературный отжиг образованного алмаза. Отжиг проводится при температуре $\sim 1800\text{ K}$ в течение 1 ч.

Количество легирующего элемента (бора) и флюенс нейтронов определяются необходимым уровнем легирования литием алмаза, т.е. той конечной величиной концентрации носителей заряда, которую необходимо достичь. Следует отметить, что растворимость бора в графите $\geq 1\%$ вполне обеспечивает, как показывают проведенные оценки, концентрацию лития в алмазе на уровне $\geq 5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$.

В связи с тем, что изотоп ^{10}B обладает аномально высоким сечением поглощения нейтронов ($\sigma = 4 \cdot 10^3$ барн), ослабление в графите нейтронного потока будет определяться распределением изотопа ^{10}B и, следовательно, равномерностью распределения образованных атомов лития. Предложенная технология в этом отношении имеет сходство с нейтроно-трансмутационным легированием кремния, которое, как известно, в настоящее время является наиболее совершенным методом получения кремния n -типа с однородно распределенной легирующей примесью [6].

Серьезным вопросом является радиоактивность, которая накапливается в процессе облучения графита медленными нейтронами реактора. Для примера проведена оценка уровня радиоактивности графита с наиболее часто встречающимися примесями (табл.), когда концентрация изотопа ^{10}B в графите составляет $\sim 5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$, а лития в алмазе – $5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$, т.е. происходит полное выгорание изотопа ^{10}B . В этом случае, согласно соотношению (2), флюенс нейтронов составляет $\sim 2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-2}$, а общая активность графита весом 1 г через два месяца выдержки составит всего 70 распадов в секунду. Данная активность определяется железом и кальцием.

Предложенная технология сможет обеспечить получение объемных монокристаллов алмаза с однородно распределенной легирующей примесью лития. Однородность обеспечивается прозрачностью графита по отношению к нейтронам. Уровень легирования литием ограничивается растворимостью бора в графите и лития в алмазе.

გ.ქარუმიძე, გ.თევზაძე, შ.შაველაშვილი

ელექტრონული გამტარებლობის აღმასის მიღების შესაძლებლობის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მოცემულ ნაშრომში პირველად შემოთავაზებულია ელექტრონული ტიპის გამტარებლობის მატარებელი ხელოვნური აღმასის მოცულობითი ნიმუშების მიღების მეთოდი. მეთოდი ითვალისწინებს აღმასის ლითიუმით ლეგირებას, ეს უკანასკნელი კი მიიღება გრაფიტში მინარევად შეყვანილი იზოტოპ ბორ-10-ის რეაქტორული ნეიტრონებით დასხივების შედეგად. მეთოდი საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნეს ნებისმიერი გეომეტრიისა და მოცულობის n -ტიპის აღმასი ჰომოგენურად განაწილებული მალეგირებელი მინარევით.

PHYSICS

G. Karumidze, G. Tevzadze, Sh. Shavelashvili

On the Possibility of Diamond of Electron Conductivity Production

S u m m a r y

In the given work a method for the production of bulk samples of artificial diamond of electron conductivity type is presented for the first time. The method lies in diamond doping with lithium which is formed as a result of graphite and a ^{10}B isotope mixture radiation by reactor neutrons. The method allows the production of n -type diamond of any geometry and bulk with doping impurity homogeneously distributed.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.П.Поляков, А.В.Ножкина, Н.В.Чириков. Алмазы и сверхтвердые материалы. М., 1990, 322с.
2. Алмазы в электронной технике. М., 1990, 245с.
3. ДЖ.Динс, Дж.Виниард. Радиационные эффекты в твердых телах. М., 1960, 243с.
4. В.С.Вавилов, М.А.Гукасян и др. ФТП, 6, 5, 1972, 858-864.
5. Н.В.Новиков, Д.В.Федосеев, А.А.Шульженко, Г.П.Богатырева. Синтез алмазов. Киев, 1987, 151с.
6. Нейтронно-трансмутационное легирование кремния. Под ред. Дж.Миза. М., 1982, 282с.

Д.И.Деметрашвили, А.А.Кордзадзе

Нестационарная пространственная модель атмосферных процессов, обусловленных орографической неоднородностью подстилающей поверхности

(Представлено академиком Б.К.Балавадзе 29.10.1993)

Целью настоящей статьи является краткое изложение нестационарной квазистатической пространственной модели влияния мезомасштабной орографии на движение воздушной массы, которая по постановке и алгоритму решения является обобщением работы [1] в случае трехмерного рельефа. Следуя идеям, изложенным в [2,3], задача формулируется в терминах отклонений от фоновых значений метеоэлементов. При этом предполагается, что фоновые метеоэлементы являются функциями пространства и времени. Моделируя верхнюю границу области решения в виде свободной поверхности $H(x,y,t)$ и переходя от правой декартовой системы координат x,y,z (ось z направлена вертикально вверх, а оси x,y — по горизонтали) к криволинейной системе координат x_1, y_1, ξ ($x=x_1, y=y_1, \xi=(z-\delta(x,y))/(H(x,y,t)-\delta(x,y))$) (δ — функция, описывающая рельеф Земли), исходная система уравнений принимает следующий вид

$$duldt = -\theta_0 \partial \varphi / \partial x + \lambda \theta' (\xi \cdot \partial h / \partial x + \partial \delta / \partial x) + lv + Fu \quad (1)$$

$$dvl dt = -\theta_0 \cdot \partial \varphi / \partial y + \lambda v' (\xi \cdot \partial h / \partial y + \partial \delta / \partial y) - lu + Fv \quad (2)$$

$$\varphi' = -(\lambda h / \theta_0) \int_0^{\xi} v' d\xi, \quad \lambda = g / \theta_0, \quad s = \partial \theta / \partial z \quad (3)$$

$$\partial h / \partial t + \partial uh / \partial x + \partial vh / \partial y + \partial \tilde{w} h / \partial \xi = \rho \omega h, \quad (4)$$

$$\partial \theta' / \partial t + S(w - W) = (U - u) \cdot \partial \theta / \partial x + (V - v) \cdot \partial \theta / \partial y, \quad (5)$$

$$w = \xi \cdot \partial h / \partial t + u(\xi \partial h / \partial x + \partial \delta / \partial x) + v(\xi \partial h / \partial y + \partial \delta / \partial y) + \tilde{w} h, \quad (6)$$

$$\partial h / \partial x = e^{\sigma h} \int_0^{\xi} \eta e^{-\sigma h \xi} d\xi, \quad h(x, y, t) = H(x, y, t) - \delta(x, y), \quad (7)$$

$$\tilde{w} = (1/h) \cdot \left[e^{\sigma h \xi} \cdot \int_0^{\xi} \eta e^{-\sigma h \xi} d\xi - \xi e^{\sigma h} \cdot \int_0^{\xi} \eta e^{-\sigma h \xi} d\xi \right] \quad (8)$$

$$\eta = \sigma h \cdot [u(\xi \cdot \partial h / \partial x + \partial \delta / \partial x) + v(\xi \cdot \partial h / \partial y + \partial \delta / \partial y)] - \partial uh / \partial x - \partial vh / \partial y, \quad (9)$$

$$F_u = -IV + \partial U / \partial t + U \cdot \partial V / \partial x + V \cdot \partial V / \partial y + W \cdot \partial V / \partial z,$$

$$F_v = IU + \partial V / \partial t + V \cdot \partial V / \partial x + V \cdot \partial V / \partial y + W \cdot \partial V / \partial z,$$



$$d/dt = \partial/\partial t + u \cdot \partial/\partial x + v \cdot \partial/\partial y + \bar{\omega} \cdot \partial/\partial \xi, \quad \partial\theta/\partial x = (l/\lambda) \cdot \partial V/\partial z,$$

$$\partial\theta/\partial y = -(l/\lambda) \cdot \partial U/\partial z, \quad u=U+u', \quad v=V+v', \quad \omega=W+\omega', \quad \vartheta = \theta + \vartheta',$$

$$\varphi = \phi + \phi'.$$

Здесь u, v, ω – составляющие скорости ветра вдоль осей x, y, z ; ω – аналог вертикальной составляющей скорости в системе x, y, ξ, t ; θ – отклонение потенциальной температуры от фонового значения θ .

ϕ – величина, пропорциональная возмущению давления; u, v, w – составляющие скорости крупномасштабного (фонового) течения вдоль осей x, y, z ;

θ_0 – средняя потенциальная температура атмосферы; l, s, λ, σ – параметры кориолиса, устойчивости, плавучести и падения плотности с высотой. F_w, F_v описывают влияние фонового барического поля на возмущенное течение.

В качестве начальных и краевых условий принимаем:

$$\text{при } t=0 \quad u=U, \quad v=V, \quad \vartheta' = 0, \quad h=H_0 - \delta \quad (10)$$

$$\text{при } \xi=0 \quad \omega=0 \quad (\text{при } z=\delta(x,y)) \quad \omega = u \partial \delta / \partial x + v \cdot \partial \delta / \partial y \quad (11)$$

$$\text{при } \xi=1 \quad \omega=0 \quad (\text{при } z=H(x,y,t)) \quad \omega = \partial H / \partial t + U \cdot \partial H / \partial x + v \partial H / \partial y, \quad \varphi'=0 \quad (12)$$

$$\text{при } x=0, X \quad \partial u / \partial x = \partial v / \partial x = \partial \vartheta' / \partial x = \partial h / \partial x = 0 \quad (13)$$

$$\text{при } y=0, Y \quad \partial u / \partial y = \partial v / \partial y = \partial \vartheta' / \partial y = \partial h / \partial y = 0. \quad (14)$$

Условия (11) и (12) для ω уже использованы при выводе (7) и (8) из уравнений (4) и (6), а условие (12) для ϕ' – при записи уравнения квазистатики в интегральной форме (3).

Разрешимость рассмотренной задачи устанавливается аналогичным путем, изложенным в [4,5]. Уравнения (1)–(3), (5)–(8) с условиями (10), (13), (14) решаются в прямоугольном параллелепипеде $M(0 \leq \xi \leq 1, 0 < x < X, 0 < y < Y)$ численно двухшаговым методом Лакса-Вендроффа с включением в схему искусственной вязкости [6]. При этом вспомогательная сетка сдвинута от главной сетки на расстоянии полшага по осям x и y .

С целью проверки построенной нами модели, алгоритма и программы, мы провели численные эксперименты при задании длинного однородного горного хребта (случай двухмерного рельефа), имеющего поперечное сечение и параметры такие же, как в [7], равно как и остальные параметры задачи и схемы. В одном случае хребет был задан вдоль оси y , а во втором – вдоль оси x . Расчеты показали полное совпадение картин метеополей, рассчитанных данной моделью, с картинками, полученными в [7].

В настоящей работе представлены результаты численного эксперимента, когда на изолированное препятствие круглой формы натекал однородный фоновый поток ($U=10\text{ м/с}, V=0, W=0$). Гора задавалась формулой

$$\delta(x, y) = \begin{cases} a_0 (1 - r^2/r_0^2)^3, & r = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} \leq r_0, \\ 0 & r > r_0 \end{cases}$$

где a_0, r_0 — максимальная высота и полуширина препятствия, x_0, y_0 — горизонтальные координаты вершины. Расчет проводился при следующих значениях параметров: $a_0=1\text{ км}$, $r_0=200\text{ км}$, $\Delta x=\Delta y=50\text{ км}$, $\Delta t=360\text{ с}$, $H_0=12\text{ км}$, $\Delta \xi=0,05$, $S=3 \cdot 10^{-3}\text{ к/м}$, $\sigma=10^{-4}\text{ м}^{-1}$, $l=10^{-4}\text{ с}^{-1}$, $\lambda=0,033\text{ м/с}^2 \cdot \text{К}$, $\Theta_0=300\text{ К}$, $X=1700\text{ км}$, $Y=1300\text{ км}$.

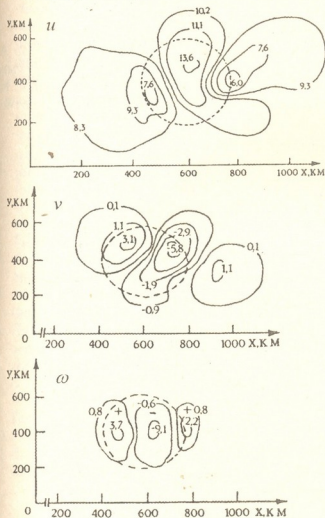


Рис.1. Изолинии $u(\text{м/с})$, $v(\text{м/с})$, $\omega(\text{см/с})$ при $t=84$ на уровне $\xi=0,05$. Пунктиром обозначена граница препятствия, знак "+" соответствует области восходящего движения, знак "-" — области нисходящего движения

в результате этого в области над горой, на левой стороне от направления фонового потока происходит конвергенция течения, где скорость и растет до $13,6\text{ м/с}$. На рис.2 показано рассчитанное поле ω в вертикальной плоскости $x\xi$, проходящей через вершину горы. Возмущения в поле ω распространяются высоко вверх и при этом области восходящих и нисходящих движений чередуются с высотой. Следует отметить, что основные черты рассчитанного течения находятся в хорошем согласии с результатами других работ (напр.,

По высоте был взят 21 уровень равномерными шагами по ξ . Фоновое течение возникало с состояния покоя и через 2 часа с момента начала интегрирования достигало скорости 10 м/с . На рис.1 показаны рассчитанные поля скоростей u, v, w при $t=84$ после начала интегрирования (в этот момент уже достигнут квазистационарный режим течения) в плоскости $\xi=0,05$, что соответствует высоте $z=600\text{ м}$ за пределами препятствия при невозмущенной свободной поверхности. По анализу этого рисунка нетрудно воспроизвести картину течения: с наветренной стороны поток поднимается вверх и перетекает через гору. Над горой возникает волна, которая быстро затухает вниз по течению. Длина этой волны примерно равна ширине препятствия. Одновременно наблюдается расщепление натекающего потока на две неровные части. Больше всего поток отклоняется влево и обтекает препятствие с левого бока. В

[8,9]), что свидетельствует о способности нашей модели воспроизвести орографические эффекты в природе.

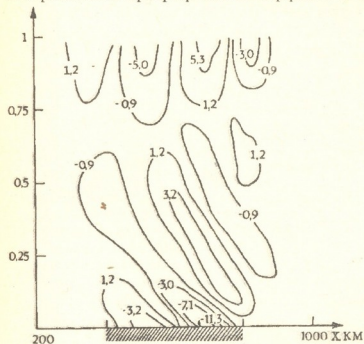


Рис.2. Изолинии ω (см/с) при $t=84$ в вертикальной плоскости xz , проходящей через вершину горы. Заштрихованная часть соответствует местоположению препятствия

применяемых в задачах динамики атмосферы и океана [10,11].

Академия наук Грузии
 Институт геофизики

(Поступило 18. 11. 1993)

გაომოწიგბა

დ.დემეტრაშვილი, ა.კორძაძე

მიწის ზედაპირის ოროგრაფიული არაერთგვაროვნებით
 გამოწვეული ატმოსფერული პროცესების არასტაციონარული
 სივრცითი მოდელი

რ ე ზ ი უ მ ე

შემუშავებულია თავისუფალ ატმოსფეროში ჰაერის დინებაზე გეზომასშტაბური ოროგრაფიის გავლენის არასტაციონარული კვაზისტატიკური სივრცითი მოდელი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ატმოსფეროს სრული ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სისტემა. ამოცანა ამოხსნილია ორბიჯიანი ლაქს-ვენდროფის მეთოდის გამოყენებით. მოყვანილია რიცხვითი ექსპერიმენტის შედეგები.

D.Demetrashvili, A.Kordzadze

A Nonstationary Spatial Model of Atmospheric Processes Caused
by Orographic Inhomogeneity of the Underlying Surface

Summary

A nonstationary hydrostatic spatial model of the influence of the mesoscale orography on the air motion in the free atmosphere is constructed on the basis of the set of fully hydrothermodynamics equations. The problem is solved by the two-step Lax-Wendroff method. Results of the numerical experiments are given.

საზღვაო გეოფიზიკის ლიტერატურა-REFERENCES

1. *Д.И.Деметрашвили*. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 7, 1979.
2. *Г.И.Марчук*. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л., 1974.
3. *Г.И.Марчук*. Численные методы в прогнозе погоды. Л., 1967.
4. *А.А.Кордзадзе*. Математические вопросы решения задач динамики океана. Новосибирск, 1982.
5. *М.А.Бубнов*. Математические вопросы моделирования приливов циркуляций в бароклинном океане. Новосибирск, 1984.
6. *Р.Рихтмайер, К.Мортон*. Разностные методы решения краевых задач. М., 1974.
7. *Д.И.Деметрашвили*. Вопросы гидрометеорологии Грузии. Вып.1, Л., 1988.
8. *М.А.Петросянци*. Автореф. дисс. д-ра геогр. наук. М., 1965.
9. *Yun-Lang lin, D.J.Perkey*. J. of the Atmos. Sciences, 46, 24, 1989.
10. *Г.И.Марчук*. Методы вычислительной математики. М., 1989.
11. *А.А.Кордзадзе*. Математическое моделирование динамики морских течений. М., 1989.



Э.Ш.Элиზбарашვილი, Д.К.Цанава

Эффективные температуры на территории Грузии

(Представлено академиком Б.К.Билавадзе 26.12.1993)

Эквивалентно-эффективная и радиационно-эквивалентно-эффективные температуры являются условными температурами, которые выражают эффект, производимый данными погодными условиями на организм человека. Эквивалентно-эффективная температура отражает совместное действие на организм температуры, влажности и движения воздуха, а радиационно-эквивалентно-эффективная температура, наряду с названными параметрами, отражает действие и солнечной радиации.

Расчеты эффективных температур производят по специальным номограммам [1,2] или по формуле [2]:

$$T_1 = t - \frac{G}{80} (0,00439T^2 + 0,456T + 9,5) + W[(0,11 T - 0,13) - 0,002TG],$$

$$T_2 = \frac{T_1 - 7}{0,8},$$

$$T_3 = T_2 + 6,5,$$

где T_1 - эквивалентно-эффективная температура по нормальной шкале,

определяющая условия общей аэротерапии, T_2 - эквивалентно-эффективная температура по основной шкале, определяющая условия проведения воздушных ванн, а T_3 - радиационно-эквивалентно-эффективная температура, определяющая условия гелиотерапии.

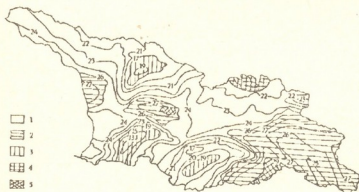


Рис.1. Радиационно-эффективно-эквивалентная температура и условия гелиотерапии (июль, 13 час): 1 - комфортно; 2 - тепло; 3 - прохладно; 4 - умеренно прохладно; 5 - умеренно жарко

В формулах (1) $T = t - t'$, где t - температура воздуха, t' - температура тела человека, W - скорость ветра на высоте 2м, $G = 100 - r$,

где r - относительная влажность воздуха.

По формулам (1) и по данным наблюдений 50 метеорологических станций Грузии были рассчитаны эффективные температуры за 13 час, ко времени, близкому к проведению климатотерапевтических процедур. Использованы материалы архива гидрометслужбы Грузии, а

также данные справочника по климату [3]. При расчетах было принято $t' = 37^\circ$ и $W = 0,7v$ [4,5], где v – скорость ветра по флюгеру. Расчеты выполнены для теплого периода года.

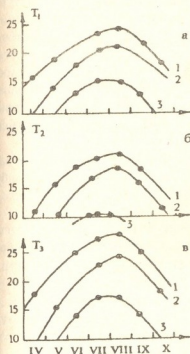


Рис.2. Годовой ход эффективных температур и условия теплоощущения при общей аэротерапии (а), принятии воздушных ванн (б) и гелиотерапии (в): 1 - Цхалтубо; 2 - Кобулет; 3 - Бакуриани

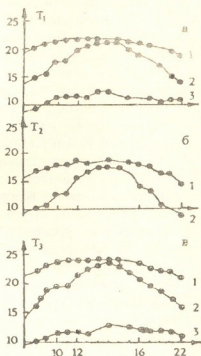


Рис.3. Дневной ход эффективных температур и условия теплоощущения при общей аэротерапии (а), принятии воздушных ванн (б) и гелиотерапии (в): 1 - Кобулет; 2 - Абастумани; 3 - Бахмаро

По полученным данным разработана серия карт эффективных температур для территории Грузии. На рис. 1 представлена карта радиационно-эквивалентно-эффективных температур и соответствующие условия гелиотерапии для июля. Градации эффективных температур, соответствующие условиям проведения климатотерапевтических процедур, брались согласно [6].

Из рис. 1 следует, что на значительной части территории Грузии радиационно-эквивалентно-эффективная температура колеблется в пределах 19° - 26° , что создает комфортное теплоощущение и согласно [6] благоприятствует проведению индифферентных солнечных ванн. Комфортные условия создаются даже в высокогорной зоне Большого Кавказа, благодаря высокой напряженности солнечной радиации в горах.

Повышенные значения эффективных температур от 26° до 29° отмечены в равнинных районах Восточной Грузии и в прибрежной и внутренней частях Колхидской низменности. Здесь, в основном, создаются условия проведения теплых солнечных ванн.

На карте выделяются также отдельные районы, где создаются условия для проведения прохладных, холодных и умеренно жарких солнечных ванн.

На рис.2 представлены годовой ход эффективных температур и условия теплоощущения при различных видах климатотерапии в различных климатических условиях. Из рис.2 следует, что наиболее комфортные условия для общей аэротерапии Кобулети создаются с конца мая до середины октября. В Цхалтубо комфортные условия наступают на месяц раньше и продолжаются до конца октября, однако за период с середины июня до середины сентября эффективные температуры преобладают в зоне комфорта. В Бакуриани эффективно-эквивалентные температуры не достигают зоны комфорта.

Наиболее благоприятные условия для планирования воздушных ванн в Цхалтубо создаются с середины июля до середины сентября. Воздушные ванны в Кобулети следует планировать, в основном, в условиях ниже зоны комфорта.

Благоприятные условия для гелиотерапии в Кобулети создаются с начала июня до середины октября, а в Цхалтубо – с июня по сентябрь.

На рис.3 представлен дневной ход эффективных температур в различных климатических условиях, откуда следует, что в течение дня наиболее благоприятные условия как для общей аэротерапии, так и для гелиотерапии создаются в Кобулети. Здесь эффективные температуры в течение всего дня находятся в зоне комфорта. Комфортная зона несколько ограничена в Абастумани, она длится с 10 до 20 часов. На высокогорном курорте Бахмаро создаются условия, близкие к дискомфорту.

Принятие воздушных ванн, согласно рис.3, сильно ограничено. Даже в Кобулети теплоощущение человека находится ниже зоны комфорта.

Эти выводы соответствуют средним климатическим условиям, в отдельные годы возможны некоторые отклонения от установленных норм.

Полученные результаты могут быть использованы при планировании климатотерапевтических процедур в курортных зонах Грузии.

Разработанные карты эффективных температур публикуются в медико-географическом атласе Грузии.

Тбилисский государственный
университет им.И.А.Джавахишвили

(Поступило 27.12.1993)

გეოგრაფიკა

ე.ელიზბარაშვილი, დ.ცანავა

ეფექტური ტემპერატურები საქართველოს ტერიტორიაზე

რეზიუმე

საქართველოს 50 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე გამოთვლილია ექვივალენტურ-ეფექტური და რადიაციულ-

ეფექტიური-რადიაციული ტემპერატურები. შემუშავებულია შესაბამისი რუკები და განსაზღვრულია კლიმატოთერაპიის პირობები.

GEOPHYSICS

E. Elizbarashvili, D. Tsanova

Effective Temperatures on the Territory of Georgia

Summary

On the basis of data of observations of 50 meteorological stations of Georgia equivalent-effective and radiational-equivalent-effective temperatures are counted up.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Руководство по наблюдению на курортных метеорологических станциях. Л., 1978.
2. Материалы метеорологических исследований, N8, М., 1984.
3. Справочник по климату СССР. Вып. 14, ч. II, III и IV. Л., 1970.
4. Методика изучения и схема описания климата курортов. М., 1964.
5. С.Г.Блануца, Э.Ш.Элизбарашвили, Н.И.Карцивадзе. Курорт Уреки. Тбилиси, 1983.
6. Г.А.Ушверидзе. Методические рекомендации по климатотерапии. Тбилиси, 1977.



В.Г.Хоргуани, Р.А.Гვაзава

Вековой режим облачности в Тбилиси

(Представлено академиком Б.К.Балавадзе 22.12.1993)

Облачность – один из климатообразующих факторов нашей планеты. Облака формируют осадки, имеющие важное значение для жизненных процессов, влияют на радиационный баланс. Информация об облаках широко используется во всех сферах хозяйственной деятельности человека. Сведения о статистических характеристиках совершенно необходимы для исследования колебания и изменения климата. В настоящей работе рассматривается вековой режим облачности по наблюдениям в Тбилиси.

Систематические наблюдения общей облачности в Тбилиси ведутся с 1894 г., а с 1924 г. дополнительно выделяется и нижняя облачность. В таблице приводятся среднегодовые общее количество облаков и количество облаков нижнего яруса в баллах с начала наблюдений до 1992 г. Как видно из табл., сколько-нибудь заметно выделяющихся феноменов не наблюдается. Более того, по этим данным об облачности за несколько лет и даже несколько десятилетий трудно судить о ее динамике. Сравнение усредненных данных количества облаков на короткие периоды времени может оказаться малоэффективным и даже привести к неточным выводам. Поэтому нужно рассматривать усреднение для произвольно взятого интервала времени. В качестве такого усреднения была взята известная интегральная функция Стеклова [1]. Известно, что она определяется от непрерывной или же, в крайнем случае, от интегрируемой функции. Обычно наблюдение за облачностью (количеством облаков) производится в определенное время суток, усредняется по месяцам, а потом за год. Поэтому, естественно, функция общей облачности по данным наблюдений не является непрерывной, она дискретна. В связи с этим, на основе указанной дискретной функции была построена функция общей облачности в виде полиномов Лагранжа

$$L_1(t) = \sum_{i=1}^{98} \frac{\prod_{k=0, k \neq i}^{98} (t - t_k)}{\prod_{k=0, k \neq i}^{98} (t_i - t_k)} \quad (1)$$

После такого шага введем в рассмотрение интегральное усреднение Стеклова в интервале времени (t_1, t_2)

$$M(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} L_1(t) dt \quad (2)$$

Таблица

Среднегодовые общее количество и количество облаков нижнего яруса
(в баллах) в Тбилиси за период 1894-1992 гг.

189	190	191	192		193		194		195		196		197		198		199		t
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
	6,2	5,4	6,5	-	6,4	4,8	6,3	4,1	5,6	3,5	6,1	3,7	6,2	4,1	6,0	4,1	6,0	5,0	0
	5,8	5,8	5,8	-	6,3	4,5	5,6	3,7	5,8	3,7	6,0	3,3	5,8	3,5	6,4	4,4	6,1	4,9	1
	5,7	6,0	6,1	-	5,8	3,5	6,4	4,8	5,8	3,8	6,1	3,8	6,0	3,8	6,2	4,9	6,3	4,9	2
	5,0	4,9	6,5	-	6,2	3,5	6,1	4,6	6,5	4,4	6,7	4,2	6,2	3,9	5,8	4,7			3
5,4	6,1	5,6	6,6	4,0	5,8	3,2	6,5	4,4	6,5	4,3	6,4	3,9	6,5	4,8	6,7	5,8			4
5,5	5,6	5,8	5,6	4,3	5,8	3,1	5,6	3,8	6,4	4,4	3,6	4,1	6,7	4,6	6,0	5,0			5
5,7	5,5	5,8	6,0	3,5	6,1	3,7	6,3	4,2	5,9	4,0	6,3	4,2	6,9	4,8	6,3	5,4			6
5,5	5,6	5,6	6,6	3,2	6,4	3,7	6,1	3,5	6,1	3,6	6,3	3,9	6,5	4,5	6,2	5,2			7
5,7	6,0	6,1	6,5	4,1	5,9	3,6	5,7	3,9	6,4	4,0	6,0	3,9	6,1	4,7	6,3	5,4			8
5,5	5,7	6,3	6,6	4,3	6,5	4,3	6,0	4,0	6,9	4,8	6,0	4,3	6,0	4,5	5,2	4,3			9

Примечание: Год в таблице определяется комбинированием трехзначного числа верхней строки с числом крайнего правого столбца. В столбце 1 дано общее количество облаков, в столбце 2 – количество облаков нижнего яруса с 1924 г.

При целочисленных значениях t_1 и t_2 выражение (2) совпадает со средним арифметическим облачности в интервале времени $[t_1, t_2]$. Следует отметить, что такой же подход нами был применен ранее для исследования векового режима суммарных осадков и приземной температуры воздуха [2,3].

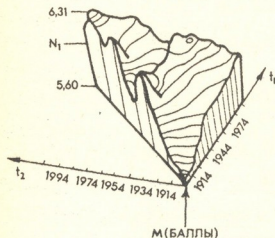


Рис.1. График усредненной функции общей облачности M (нулевой уровень соответствует общей облачности 5,6 балла)

обстоятельство, при графическом представлении функции в трехмерном пространстве переменных величин t_1 , t_2 , M , мы ограничимся рассмотрением случая $t_1 > t_2$. Это достаточно для наших целей. Как видно из рис.1, норма общей облачности составляет 6,1 балла в год.

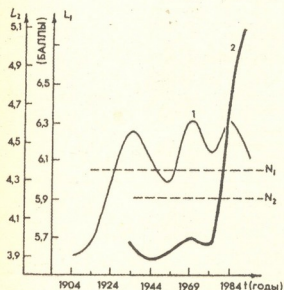


Рис.2. По десятилетиям усредненные общая облачность L_1 (кривая 1) и облачность нижнего яруса L_2 (кривая 2) в баллах

По данным табл. об общем количестве облаков была построена функция $L(t)$. В последующем полученные значения были введены в ЭВМ для определения числовых значений $M(t_1, t_2)$. Эта функция полностью описывает распределение общего количества облаков в произвольном интервале времени от t_1 до t_2 и тем самым характеризует его распределение в целом. На рис.1 изображен график усредненной функции количества облаков $M(t_1, t_2)$. Из графика видно, что функция $M(t_1, t_2)$ симметрична относительно своих аргументов, т.е. $L(t_1, t_2) = L(t_2, t_1)$. Учитывая это

При этом имеет место увеличение общей облачности со временем. На рис.2 приводятся усредненные по десятилетиям функции общей и нижнего яруса облачности L_1 и L_2 . Рис. также показывает увеличение общей облачности, особенно за последние три десятилетия. При этом максимальное увеличение, по сравнению с нормой, составляет 0,3 балла.

Особый интерес представляет облачность нижнего яруса. Для облачности нижнего яруса, как это видно из рис.2, норма количества облаков составляет 4,2 балла, а разность между максимальным значением нижней облачности и нормой составляет 0,9 балла. При

этом рост облачности особенно ярко выражен за последние два десятилетия. Можно думать, что столь большое увеличение облачности нижнего яруса вызвано антропогенным загрязнением атмосферы. Тем более, что за последнее время антропогенное загрязнение атмосферы в Тбилиси растет по экспоненциальному закону [4]. Известно, что антропогенные аэрозоли, загрязняющие нашу атмосферу, в избытке содержат активные ядра конденсации и ядра льдообразования, которые при определенной стратификации атмосферы безусловно стимулируют образование облаков нижнего яруса.

Институт геофизики
Академии наук Грузии

(Поступило 23.12.1993)

გეოფიზიკა

ვ.ხორგუანი, რ.გვაზავა

ღრუბლიანობის საუკუნოვანი რეჟიმი თბილისში

რ ე ზ ი უ მ ე

მოცემულია თბილისის ჰიდრომეტეოლოგიის მიერ 1894-1992 წლებში ჩატარებულ დაკვირვებათა ანალიზი საერთო და ქვედა ღრუბლიანობაზე. ინტეგრალური საშუალოების შემოყვანითა და მისი ეგმ-ზე გათვლით დადგენილია ღრუბლიანობის მნიშვნელოვანი ზრდის ტენდენცია ბოლო სამი ათეული წლის მანძილზე. განსაკუთრებით იზრდება ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა. მის გამომწვევ მიზეზად მიჩნეულია ატმოსფეროს ანტროპოგენული წარმოშობის აეროზოლებით გაჭუჭყიანება.

GEOPHYSICS

V.Khorguani, R.Gvazava

The Century Cloudiness Regime in Tbilisi

Summary

The paper presents an analysis of observational data of the Tbilisi hydrometeorological station on general and low cloudiness over the period of 1894-1992.

By means of the integral calculation on a computer it is established that in the last thirty years cloudiness has tendency to the increase.

The cloudiness increases in low layer. The main reason of this process is the pollution of the atmosphere by anthropological aerzolls.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Н.И.Ахиезер. Лекции по теории аппроксимации. М., 1965.
2. Р.А.Гვაზავა. Сообщ. АН Грузии, 130, 2, 1988.
3. Р.А.Гვაზავა, В.Г.Хоргуани. Метеорология и гидрология, 11, 1989.
4. Л.И.Берошвили. Сообщ. АН Грузии, 132, 3, 1988.



УДК 541.127

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г.Н.Лекишвили, Г.А.Гамзиани

Теоретико-графовой подход к оценке структурного подобия органических соединений

(Представлено академиком К.Г.Джапаридзе 29.09.1994)

В настоящее время в теоретической органической химии все большее внимание уделяется разработкам математических методов оценки структурного подобия органических молекул [1-7]. Соответствующие подходы, основанные на теории графов, получили наибольшее распространение применительно к задачам систематического поиска корреляционных соотношений "структура-свойство" [8].

В данной работе обсуждается теоретико-графовой подход к оценке степени подобия (близости) органических структур – ω , основанный на алгебраическом анализе характеристического полинома P_G матрицы смежности $A=(a_{ij})$ топологического графа G_T . В общей сложности, структуре органического соединения сколь угодно сложного строения всегда можно сопоставить граф [9] – дискретно-математический объект, состоящий из конечного непустого множества V , содержащего p вершин, и множества E , содержащего q ребер, соединяющих неупорядоченные пары из V . Важным инвариантом графа является матрица смежности [9], диагональные элементы суть которых нули, а недиагональные – целые положительные числа a_{ij} и/или нули, в зависимости от того, связаны ли между собой i -й и j -й вершины ребром кратности a_{ij} или нет. Матрице смежности можно поставить в соответствие т.н. характеристический полином [10], заменив диагональные элементы на x и затем вычисляя определитель матрицы. P_G имеет вид:

$$P_G = k_0 x^n + k_1 x^{n-1} + k_2 x^{n-2} + \dots + k_n x^0, \quad (1)$$

где n – количество вершин в топологическом графе, k_i – целые числа.

С целью количественного фиксирования в структурах неподеленных пар электронов, в пределах теоретико-графового подхода частично была изменена диагональная часть матрицы смежности; элементы x были заменены на $x + e_{pi}$, где e_{pi} – количество неподеленных пар электронов i -го атома рассматриваемого соединения (ясно, что i -му атому – носителю e_{pi} количества неподеленных пар электронов, всегда ставится в соответствие i -я вершина топологического графа, описывающего, в свою очередь, структуру рассматриваемого соединения). Полученные таким путем матрицы, в рамках данного подхода, именуется модифицированными матрицами, а характеристические полиномы, полученные путем их алгебраического преобразования, – модифицированными характеристическими полиномами P'_G . Ниже приведены модифицированные матрицы и характеристические

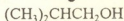
полиномы P'_G структур некоторых спиртов с четырехатомным углеродным скелетом, представленные в виде топологических графов без учета атомов водорода (светлая вершина – атом кислорода, жирные вершины – атомы углерода).



а.

$P'_G = x^5 + 2x^4 - 4x^3 - 6x^2 + 3x + 2$

$$\begin{pmatrix} x+2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & x & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x \end{pmatrix}$$



б.

$P'_G = x^5 + 2x^4 - 4x^3 - 6x^2 + 2x$

$$\begin{pmatrix} x+2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & x & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & x & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x \end{pmatrix}$$

Рис. 1



в.

$P'_G = x^5 + 2x^4 - 4x^3 - 6x^2 + 2x + 2$

$$\begin{pmatrix} x+2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & x & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & x & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x \end{pmatrix}$$

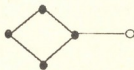
(2)



г.

$P'_G = x^5 + 2x^4 - 4x^3 - 6x^2$

$$\begin{pmatrix} x+2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & x & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & x & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & x \end{pmatrix}$$



а.

$P'_G = x^5 + 2x^4 - 5x^3 - 8x^2 + 2x$

$$\begin{pmatrix} x+2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & x & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & x \end{pmatrix}$$

Рис. 2

Т а б л и ц а
 Список абсолютных значений коэффициентов слагаемых модифицированных характеристических полиномов для некоторых спиртов с четырехатомным углеродным скелетом

Слагаемые	Абсолютные значения коэффициентов				
	а	б	в	г	А
x^3	1	1	1	1	1
x^4	2	2	2	2	2
x^3	4	4	4	4	5
x^2	6	6	6	6	8
x^1	3	2	2	0	2
x^0	2	0	2	0	0

а	б	в	г	А
1,00	0,83	0,94	0,72	0,75
	1,00	0,88	0,86	0,83
		1,00	0,76	0,75
			1,00	0,72
				1,00

Рис. 3

конструкции интуитивно кажутся более существенными; тем не менее, может быть желательным и даже необходимым включение в расчетную схему и других важных характеристик атомов, каковыми являются заряд, количество вакантных орбиталей и т.д.

Тбилисский государственный
 университет им.И.А.Джавахишвили

(Поступило 29.09.1994)

ორგანული ქიმია

გ.ლეკიშვილი, გ.გამზიანი

ორგანულ ნაერთთა სტრუქტურული მსგავსების შეფასების
 თეორიულ-გრაფობრივი მეთოდი

რ ე ზ ი უ მ ე

ტოპოლოგიური გრაფების თანაზიარობის მატრიცის საფუძველზე შემუშავებულია ორგანულ ნაერთთა სტრუქტურული მსგავსების შეფასების თეორიულ-გრაფობრივი მეთოდი. თანაზიარობის მატრიცის ინვარიანტის -

Первым шагом в твенном описании понятия подобия является составление списка абсолютных значений коэффициентов всех слагаемых модифицированных характеристических полиномов для данных топологических графов. Для молекул а-д (рис.2) он приведен в таблице. Что касается принципа вычисления степени подобия ω , он заключается в делении суммы меньших из двух чисел в каждой строке на сумму больших (конечно, одновременно рассматриваются только два столбца таблицы). Ниже (см.рис. 3) приведен перечень конкретных значений степеней подобия ω для молекул а-д.

В заключение следует отметить, что в данном подходе мы сосредоточили внимание лишь на фиксации скелета и количества неподеленных пар электронов, из тех соображений, что химик у эти

მახასიათებელ პოლინომზე დაყრდნობით აგებულია სტრუქტურული მსგავსების ხარისხის (ω) განსაზღვრის ალგებრული მეთოდი.

ORGANIC CHEMISTRY

G. Lekishvili, G. Gamziani

Theoretical-Graphical Approach to the Estimation of the Structural Similarity of Organic Compounds

Summary

On the base of the matrix of contiguity of topological graphs the theoretical-graphical model to estimate the structural similarity of organic compounds is developed. Using the characteristic polynome – the invariant of the matrix of contiguity the algebraic method of determination of the degree of structural similarity (ω) is elaborated.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.Берц, У.Херидон*. В кн.: Искусственный интеллект: применение в химии. (Под ред. Т.Пирса и Б.Хони). М., 1988, 199 с.
2. *R.Carbo, L.Leyda, M.Arnau*. Int. J.Quantum Chem., **17**, 1980, 1185.
3. *M.Cone, R.Venkataraghavan, F.McLafferty*. J.Am.Chem.Soc., **99**, 1977, 7668.
4. *M.Bersohn, I.Perkin*. J.C.S., 1982, 631.
5. *J.E.Armitage, M.F.Lynch*. J.Chem.Soc. (C), 1967, 521.
6. *M.Randich, G.A.Kraus*. In: Chemical Application of Topology and Graph Theory. Elsevier, Amsterdam, 1983, 192.
7. *P.G.Seybord*. Int.J. Quantum Chem., Quantum Biol. Symp., **10**, 1983, 95-103.
8. *М.И.Станкевич, И.В.Станкевич, Н.С.Зефирова*. Усп.хим., **57**, 1988, 337.
9. *Ф.Харари*. Теория графов. М., 1973, 300 с.
10. *В.И.Соколов*. Химическая топология. М., 1981, 39.



УДК 543.544

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н.О.Буркиашвили, Н.А.Осипова, Т.Г.Андроникашвили (академик АН Грузии)

Связь хроматографических характеристик некоторых низших карбоновых кислот с природой подвижной фазы в жидкостной хроматографии

В высокоэффективной жидкостной хроматографии, в отличие от газовой, существенное значение имеет природа подвижной фазы, как правило, выполняющей двойную функцию. С одной стороны, она обеспечивает перенос десорбированных молекул по колонке подобно подвижной фазе в газовой хроматографии, а с другой – играет активную, по существу, роль, взаимодействуя с молекулами разделяемых веществ и неподвижной фазы. В некоторых случаях, в зависимости от природы подвижной фазы, коэффициент емкости K' может быть изменен в 1000-10000 раз [1]. Однако для создания оптимального режима хроматографирования пригоден довольно узкий диапазон величин K' – примерно между 1 и 20.

Часто для того, чтобы изменить в нужном направлении свойства насадки (адсорбента), в подвижную фазу вводят специфические модификаторы в количестве 0,01-2%. В обращенно-фазовой хроматографии они блокируют сорбционно активные центры неподвижной фазы, повышая ее химическую однородность и приводя к улучшению формы пика хроматограмм.

В ранее проведенных работах нами был исследован процесс разделения смеси карбоновых кислот, с использованием классического варианта обращенно-фазовой хроматографии с подвижными фазами состава ацетонитрил-вода и метанол-вода [2,3].

В настоящей работе изучен вопрос влияния специфических модификаторов подвижной фазы на процесс разделения шестикомпонентной модельной смеси карбоновых кислот и на некоторые хроматографические характеристики этих кислот.

В [4] показано, что введение в подвижную фазу такого модификатора, как тетрабутил-аммоний-йод, почти вдвое улучшает процесс хроматографического разделения четырехкомпонентной смеси ароматических карбоновых кислот.

Настоящий эксперимент выполнялся на жидкостном хроматографе „Милихром 555“, детектор УФ (220 нм). Колонка размером 64x2 мм из нержавеющей стали была заполнена модифицированным силикагелем марки Silosorb C_{18} . Подвижной фазой служили ацетонитрил-вода (60:40) и метанол-вода (60:40), подача которой осуществлялась в изократическом режиме со скоростью потока 50 мкл/мин. В качестве специфических модификаторов использовались соли тетраалкил-

аммония, а именно тетраметил-аммоний йодистый (ТМА), тетраметил-аммоний хлористый (ТЭА) и тетрабутил-аммоний (ТБА), которые вводились в подвижную фазу в количестве $3 \cdot 10^{-3}$ М. Модельной системой служила шестикомпонентная смесь карбоновых кислот: уксусной, пропионовой, масляной, валерьяновой, капроновой, энантовой.

Из хроматографических данных произведен расчет коэффициентов емкости K' и изменение свободной энергии адсорбции ΔG вышеприведенных карбоновых кислот, элюированных с помощью ацетонитрил-вода (табл.1) и метанол-вода (табл.2).

Таблица 1

Коэффициент емкости K' и изменение свободной энергии адсорбции ΔG карбоновых кислот при содержании специфического модификатора в подвижной фазе ацетонитрил-вода

Кислота	K'				$-\Delta G$			
		ТМА	ТЭА	ТБА		ТМА	ТЭА	ТБА
Уксусная	2,08	2,09	2,87	3,27	1796,2	1808,0	2585,83	2905,85
Пропионовая	2,31	2,64	3,28	3,85	2053,5	2380,9	2913,3	3306,32
Масляная	3,07	4,22	4,34	4,38	2751,1	3531,4	3600,14	3622,66
Валерьяновая	4,07	5,27	5,34	5,49	3442,6	4076,3	4108,8	4176,66
Капроновая	5,69	6,43	6,61	7,81	4264,4	4563,7	4631,99	5041,16
Энантовая	8,62	8,89	9,7	1057	5283,2	5358,8	5579,69	5783,35

Таблица 2

Коэффициент емкости K' и изменение свободной энергии адсорбции ΔG карбоновых кислот при содержании специфического модификатора в подвижной фазе метанол-вода

Кислота	K'				$-\Delta G$			
		ТМА	ТЭА	ТБА		ТМА	ТЭА	ТБА
Уксусная	1,62	1,99	2,73	3,18	1286,97	1687,74	2462,17	2837,4
Пропионовая	2,08	2,69	3,33	3,93	1796,23	2661,57	2950,44	3356,8
Масляная	2,23	3,31	3,85	4,22	1967,01	2935,68	3306,32	3531,4
Валерьяновая	3,08	3,78	4,22	4,45	2759,04	3261,31	3531,39	3661,5
Капроновая	4,23	4,67	5,19	5,86	3537,18	3779,92	4038,82	4336,2
Энантовая	7,2	7,92	8,13	8,7	4841,69	5075,45	5139,63	5305,8

Анализ табличных данных свидетельствует о том, что с ростом алкильного радикала модификатора имеет место возрастание коэффициентов емкости. Причем, увеличение коэффициента емкости не превышает 20, что соответствует оптимальным условиям эффективной работы хроматографической колонки [1]. Добавление модификатора, по-видимому, переводит обычную обращенно-фазовую хроматографию в так называемый ион-парный режим. Действие модификатора вызвано полной диссоциацией солей тетраалкил-аммония в водной части элюента, с последующей адсорбцией их катионов на поверхности насадки колонки, способствуя таким образом образованию качественно новой неподвижной фазы, позволяющей изменить в нужном направлении ее свойства [5].

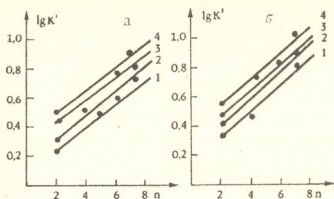


Рис.1. Зависимость логарифма коэффициента емкости K' от общего количества атомов углерода n в зависимости от природы специфического модификатора в подвижной фазе:

- а. 1 – ацетонитрил-вода,
 2 – ацетонитрил-вода+ТМА,
 3 – ацетонитрил-вода+ТЭА,
 4 – ацетонитрил-вода+ТБА;
 б. 1 – метанол-вода,
 2 – метанол-вода+ТМА,
 3 – метанол-вода+ТЭА,
 4 – метанол-вода+ТБА

личением емкости, вызванной действием модификатора, становится симметричным (рис.2).

Все это приводит к улучшению степени разделения вышеуказанной шестикомпонентной смеси, о чем свидетельствует расчет критерия равномерности (Δ) и степени разделения наихудшим образом разделяемой пары компонентов, в нашем случае пропионовой и масляной кислоты (табл.3).

Таблица 3

Степень разделения наихудшим образом разделяемой пары компонентов (пропионовой и масляной кислоты) и критерия равномерности шестикомпонентной системы, состоящей из уксусной, пропионовой, масляной, валерьяновой, капроновой и энантовой кислот

Подвижная фаза	R	Δ
Ацетонитрил-вода	0,67	0,31
Ацетонитрил-вода+ТМА	0,68	0,34
Ацетонитрил-вода+ТЭА	0,7	0,37
Ацетонитрил-вода+ТБА	0,84	0,42
Метанол-вода	0,7	0,36
Метанол-вода+ТМА	0,78	0,39
Метанол-вода+ТЭА	0,77	0,42
Метанол-вода+ТБА	0,87	0,44

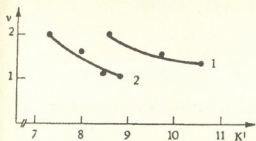


Рис.2. Зависимость асимметричности пика хроматограммы для энантовой кислоты от изменения емкости колонки под влиянием специфического модификатора:

- 1 – подвижная фаза – ацетонитрил-вода,
- 2 – подвижная фаза – метанол-вода

Из табличных данных следует, что наилучшее разделение шестикомпонентной смеси и пары компонентов пропионовой и масляной кислоты имеет место с использованием модификатора соли тетрабутиламмония и подвижной фазы метанол-вода.

Таким образом, подтверждена важная положительная роль специфических модификаторов в процессе разделения сложных смесей в высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили АН Грузии

(Поступило 29.12.1993)

ფიზიკური ქიმია

ნ.ბურკიაშვილი, ნ.ოსიპოვა, თ.ანდრონიკაშვილი (საქ.მეცნ.აკადემიის აკადემიკოსი)

ზოგიერთი კარბომჟავას ქრომატოგრაფიული მახასიათებლების კავშირი მოძრავი ფაზის ბუნებასთან თხევად ქრომატოგრაფიაში

რეზიუმე

მალაღებექტური თხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით შესწავლილ იქნა მოძრავი ფაზის მოდიფიკატორების გავლენა კარბომჟავების ექვსკომპონენტური მოდელოური ნარევის დაყოფაზე.

დადგენილ იქნა მოძრავი ფაზის მოდიფიკატორის, ტეტრაბუთილამონიუმის მნიშვნელოვანი დადებითი გავლენა აღნიშნული მჟავების ნარევის დაყოფაზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

N. Burkiashvili, N. Osipova, T. Andronikashvili

The Connection of the Chromatographic Characteristics of Some Carboxylic Acids with the Mobile Phase in Liquid Chromatography

Summary

Using HPLC, the influence of the mobile phase modifier on the separation process of saturated carboxylic acid mixture has been investigated. The great important role of the mobile phase modifier, particularly tetrabutylammoniumiod on the separation process of the above mentioned mixture has been found.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *К.И.Сакодынский, В.В.Бражников и др.* Аналитическая хроматография. М., 1993, 464.
2. *Н.А.Осипова, Н.О.Буркиашвили, К.И.Сакодынский.* Известия АН Грузии. Серия химическая, **17**, 3, 1991.
3. *Т.Г.Андроникашвили, Н.А.Осипова, Н.О.Буркиашвили, К.И.Сакодынский.* Известия АН Грузии. Серия химическая, **18**, 2, 1992.
4. *Т.Г.Андроникашвили, Н.А.Осипова, Н.О.Буркиашвили, Т.К.Квернадзе.* Сообщ. АН Грузии, **147**, 2, 1993.
5. *М.С.Вигдергауз.* Расчеты в газовой хроматографии. М., 1978, 246.

УДК 622.673.1

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.И.Махарадзе, Б.А.Борохович, А.И.Борохович

Определение усилий на проводники ствола при опирании на них подъемных сосудов через воздушную подушку в зависимости от типа ее уплотнения

(Представлено академиком А.А.Дзидзигури 14.09.1993)

В настоящее время в вертикальных стволах шахт подъемные сосуды непосредственно опираются на проводники через лапы скольжения, а при больших скоростях движения – на роликовые направляющие с упругими элементами. В процессе работы возникают удары в стыках секций, неравномерный износ проводников и появление значительных поперечных усилий, передаваемых тяговым элементам подъемной установки, значительно сокращая срок их службы и требуя частой замены. С целью устранения этих нежелательных явлений целесообразно исключить непосредственный контакт направляющих устройств подъемного сосуда (НУПС) с проводниками ствола за счет создания между ними воздушной подушки (ВП).

В этом случае усилие F от воздействия НУПС на проводники ствола представим в виде следующей функциональной зависимости, не учитывая воздействия потока воздуха по стволу на подъемный сосуд и возможный эксцентриситет подвески:

$$F = \varphi \left\{ \frac{H_B}{n}; S_{\text{оп}}; P_{\text{вп}}; \rho; \theta_{\text{вп}}; m; R; {}^{\circ}K; \Delta; Fu; Fr; \eta; \frac{L_l}{n}; Re \right\}, \quad (1)$$

где H_B – длина направляющего устройства на подъемном сосуде, м; n – шаг армировки крепления проводников в стволе, м; $S_{\text{оп}}$ – площадь опорной поверхности НУПС, м²; $S_{\text{оп}} = (2a + b)H_B$; a и b – глубина захода НУПС на проводник и его ширина, м; $P_{\text{вп}}$ – избыточное давление в ВП, Н/м²; ρ – плотность воздуха, кг/м³; $Q_{\text{вп}}$ – утечка воздуха из ВП через зазор между НУПС и поверхностью проводника, м³/с; m – масса сосуда с грузом и устройством для создания давления в ВП, кг; ${}^{\circ}K$ – абсолютная температура воздуха в ВП; Δ – зазор между НУПС и поверхностью проводника, м; R – газовая постоянная воздуха, Дж/кг·град; E_u – критерий Эйлера, $E_u = P_{\text{вп}}(\rho V_{\text{вп}}^2)^{-1}$; $v_{\text{вп}}$ – скорость истечения воздуха из ВП, м/с; V_c – скорость движения подъемного сосуда по стволу, м/с; Fr – критерий Фруда, $Fr = v_c^2/gH_B$; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;



η – динамическая вязкость воздуха, Hc/м^2 ; L_l – периметр утечки воздуха из ВП, $L_l = 2(2a + b + H_B)$, м; Re – критерий Рейнольдса, $Re = v_{\text{вп}} \Delta_1 \rho \eta^{-1}$.

Принимая в функции (1) за независимые переменные $P_{\text{вп}}$, ρ , $Q_{\text{вп}}$ и $^\circ K$, на основе теории подобия и размерностей устанавливаем критерии подобия: $K_1 = [P_{\text{вп}} \rho^{1/2} Q_{\text{вп}}]^{-1} \cdot F K_2 \frac{H_B}{n}$; $K_3 = S_{\text{оп}} P_{\text{вп}}^{1/2} \rho^{-1/2}$; $K_4 = m P_{\text{вп}}^{1/2} (Q_{\text{вп}}^{3/2} \rho^{7/4})^{-1}$; $K_5 = R^0 K \rho P_{\text{вп}}^{-1}$; $K_6 = \Delta P_{\text{вп}}^{1/4} (\rho^{1/4} Q_{\text{вп}}^{1/2})^{-1}$; $K_7 = P_{\text{вп}} (\rho v_{\text{вп}}^2)^{-1}$; $K_8 = v_c^2 (g H_B)^{-1}$; $K_9 = \eta [Q_{\text{вп}}^{1/2} P_{\text{вп}}^{3/4} \rho^{3/4}]^{-1}$; $K_{10} = L_l / n$; $K_{11} = v_{\text{вп}} \Delta_1 \rho \eta^{-1}$.

На основе взаимосвязи критериев подобия [2] $K_1 = K_2 \cdot K_3 \dots K_{11}$ устанавливаем значение усилия на проводник со стороны НУПС

$$F = \frac{S_{\text{оп}} m R^0 K \Delta v_c^2 P_{\text{вп}}^{7/4} \cdot \Delta_1}{n^2 g v_{\text{вп}} \rho^{7/4} Q_{\text{вп}}^{5/2}} \quad (2)$$

В зависимости от способа снижения утечек воздуха из ВП будут определяться величины $Q_{\text{вп}}$ и $v_{\text{вп}}$. Если будет выполнено плоское щелевое уплотнение по всему периметру шириной δ и постоянном зазоре Δ_1 по всему периметру ВП, то тогда утечки воздуха будут [3]

$$Q_{\text{вп}} = P_{\text{вп}} \Delta_1^3 [H_B + 2a + b] (6\eta\delta)^{-1} \quad (3)$$

Средняя скорость истечения воздуха из ВП через плоскую щель

$$v_{\text{вп}} = Q_{\text{вп}} [2(H_B + 2a + b)\Delta_1]^{-1} = P_{\text{вп}} \Delta_1^2 (12\eta\delta)^{-1} \quad (4)$$

После подстановки в формулу (2) величин $Q_{\text{вп}}$, $v_{\text{вп}}$ и $F = P_{\text{вп}} S_{\text{оп}}$ определяем усилие со стороны НУПС на проводнике при щелевом уплотнении

$$F = 4S_{\text{оп}} \left[\frac{m v_c^2 R^0 K \Delta}{n^2 g (H_B + 2a + b)^{3/2}} \right] \cdot \left[\frac{(3\eta\delta)^{14/11}}{\Delta_1^{34/11} \rho^{7/11}} \right] \quad (5)$$

Если по периметру НУПС установить гибкое ограждение, при котором зазор между ним и проводником останется прежним Δ_1 , тогда в функциональную зависимость (1) нужно ввести критерий Коши,

равный $C_0 = \frac{E^* \delta^* g}{\gamma^* v_c^2 (H_B + 2a + b)^2}$, где E^* – модуль упругости гибкой

оболочки, Па; δ^* – толщина гибкой оболочки, м; γ^* – объемный вес одного метра гибкой оболочки, $\text{H/м}^3 \cdot \text{м}$; в этом случае на основе взаимосвязи критериев подобия $K_1 = K_1 \cdot K_3 \dots K_{12}$ устанавливаем величину усилия

$$F = \frac{2S_{\text{оп}} m R^0 K \rho^{7/4} E^* \delta^*}{n^2 v_{\text{вп}} \rho^{7/4} \gamma^* [H_B + 2a + b] Q_{\text{вп}}^{5/2}} \quad (6)$$

Утечку воздуха из ВП при наличии гибкого ограждения определяют по формуле

$$Q_{\text{вп}} = 2\mu(H_B + 2a + b)\Delta_1 \sqrt{\frac{2P_{\text{вп}}}{\rho}}, \quad (7)$$

где μ — коэффициент расхода.

Скорость выхода воздуха из ВП через зазор между гибким ограждением и поверхностью проводника определяется по формуле

$$v_{\text{вп}} = \sqrt{2P_{\text{вп}}\rho^{-1}}. \quad (8)$$

После замены в формуле (6) $Q_{\text{вп}}$, $v_{\text{вп}}$ и $P_{\text{вп}} = F/S$ получим

$$F = S_{\text{оп}} m R^0 K \Delta E^* \delta^* \{2^{13/4} n [\mu^5 (H_B + 2a + b)^7 \Delta_1^3]^{-1/2} (\gamma^*)^{-1}\}. \quad (9)$$

Как видно из формулы (9), при постоянном зазоре Δ усилие со стороны НУПС на проводник при гибком уплотнении и ВП не зависит от скорости движения подъемного сосуда по стволу.

Величину зазора Δ между НУПС и проводником можно представить в виде следующей функциональной зависимости:

$$\Delta = \psi \left\{ P_{\text{вп}}; \eta; L_1; \frac{E^* \delta^* L_1}{F}; \frac{Q_{\text{вп}}}{v_{\text{вп}} L_1^2}; \frac{\gamma^* \delta^* L_1^3}{F}; \frac{E^* L_1 v_c}{Q_{\text{вп}} g \rho}; \frac{\Delta_1}{\Delta}; Q_{\text{вп}}^{-1} \right\}, \quad (10)$$

где $\frac{E^* \delta^* L_1}{F}$ — параметр жесткости гибкого ограждения; $Q_{\text{вп}}/v_{\text{вп}} L_1^2$ —

параметр расхода из ВП; $\gamma^* \delta^* L_1^3/F$ — параметр деформации гибкого ограждения; $E^* \delta^* v_c/Q_{\text{вп}} g \rho$ — качество гибкого уплотнения; остальные величины были расшифрованы раньше.

Принимая в функции (9) за независимые переменные $P_{\text{вп}}$, L_1 , η получим следующие критерии подобия:

$$K_1 = \frac{\Delta}{L_1}; K_2 = \frac{E^* \gamma^* L_1}{F}; K_3 = \frac{Q_{\text{вп}}}{v_{\text{вп}} L_1^2}; K_4 = \frac{\gamma^* \delta^* L_1^3}{F};$$

$$K_5 = \frac{E^* L_1 v_c}{Q_{\text{вп}} g \rho}; K_6 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; K_7 = \frac{P_{\text{вп}} L_1}{Q_{\text{вп}} \eta}.$$

На основании взаимосвязи критериев подобия устанавливаем величину зазора Δ

$$\Delta = \frac{E^* \delta^* L_1^2}{\sqrt{2P_{\text{вп}} S_{\text{оп}}}} \sqrt{\frac{\gamma^* v_c}{g \eta \mu}}. \quad (11)$$

Заменяя в формуле (9) зазор Δ , исходя из его величины (11), определяем значение усилия со стороны подъемного сосуда при наличии ВП между НУПС и проводниками ствола и гибком ограждении НУПС, которое оказалось равным

$$F = \frac{(S_{\text{оп}} m R^0 K)^{1/2} E^* \delta^* v_c^{1/2}}{2^{7/8} n \mu^{3/2} [H_B + 2a + b]^{3/4} (\gamma^* g \eta)^{1/4}}. \quad (12)$$

Следовательно, принятие оптимального значения зазора в конечном счете дополнительно снижает усилие на проводник по сравнению с (9) в несколько раз.

Академия наук Грузии
 Институт горной механики им. Г.А.Цулукидзе

(Поступило 22.12.1993)

საბადოთა დამუშავება და ბამბიდრება

ლ.მახარაძე, ბ.ბოროხოვიჩი, ა.ბოროხოვიჩი

ქაურის გამყოლზე საჰაერო ბალიშის მეშვეობით ამწვევი
 ქურქლის დაყრდნობისას დაწოლის ძალის განსაზღვრა

რეზიუმე

მოცემულია ქაურის გამყოლზე დაწოლის ძალის განსაზღვრის თეორიული ანალიზი, როდესაც მას საჰაერო ბალიშის მეშვეობით ამწვევა ამწვევი ქურქელი. ანალიზი ითვალისწინებს ამწვევი ქურქლის მიმმართველი მოწყობილობის პერიმეტრზე მოთავსებული რბილი დამცავი გამამხოლოებლისა და ღრეჩოს პარამეტრებს. მოცემულია აგრეთვე ამ პარამეტრების დაწოლის ძალაზე გავლენის შეფასება.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

L.Makharadze, B.Borokhovich, A.Borokhovich

Determination of Effort on the Conductor of Hanger under Pressure of Lifting Mechanism through Air Pillow

Summary

Theoretical analysis of determination of effort on conductor hanger when lifting mechanism presses it through air pillow is given. The analysis takes into account the characteristics of soft protector on the perimeter of lifting mechanism and the clearance between conductor of hanger and lifting mechanism. Estimation of dependence of this characteristics on pressure is given as well.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. А.И.Борохович, Б.А.Борохович, А.П.Балянов. А.с. СССР №1495256. Бюлл. изобр., 27, 1989.
2. Э.Д.Браун, Ю.А.Евдокимов, А.В.Чичинадзе. Моделирование трения и изнашивания в машинах. М., 1982, 20-26.
3. В.Г.Гейер, В.С.Дулин, А.Г.Боруменский, А.Н.Заря. Гидравлика и гидропривод. М., 1970, 71-74.
4. Ю.Ю.Бенуа, В.К.Дьяченко и др. Основы теории судов на воздушной подушке. Л., 1970, 456.



შპს 622.24:658.155.2

საბალთო ღამუზავება და გამდიდრება

გ.ბუცხრიკიძე, რ.ენაგელი, ლ.გაჩუა

მადნის დაწვრილმანებისა და სისხოს მიხედვით დაყოფის
 პროცესების მართვის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა.ბიძიგურმა 11.01.1994)

წისქვილი, რომელშიც ხორციელდება მადნის დაწვრილმანება შემდგომ მამდიდრებელ მანქანაში მისაწოდებლად, მამდიდრებელი ფაბრიკის ერთ-ერთი ყველაზე ენერგოტევადი ობიექტია. ამიტომ მისი მართვა მწარმოებლურობის მაქსიმიზაციის მიზნით მნიშვნელოვანი საკითხია. წისქვილში მიეწოდება დასაწვრილ-მანებელი მადანი ხარჯით Q და წყალი ხარჯით q (ტრანსპორტირებისათვის). წისქვილში დაგროვილი მადანი (რაოდენობით M) წვრილმანდება ფოლადის ბურთულებით ან ღეროებით წისქვილის ბრუნვის შედეგად. გამოსავალზე მიიღება დაწვრილმანებული მასალა, რომელიც ორი პროდუქტისაგან შედგება: კონდიციური ხარჯით Q_1 , რომლის სისხო არ აღემატება გამდიდრების პროცესისათვის საჭირო ზომებს და არაკონდიციური (საცირკულაციო) ხარჯით Q_2 , რომელიც უნდა დაბრუნდეს წისქვილში ხელმოკრედ დასაწვრილმანებლად. გამოსავალი პროდუქტის დაყოფა სისხოს მიხედვით კონდიციურ და საცირკულაციო პროდუქტებად ხორციელდება ცხრილის ან კლასიფიკატორის საშუალებით.

მწარმოებლურობა კონდიციური პროდუქტის მიხედვით Q_1 დამოკიდებულია დასაწვრილმანებელი მადნის სისხოზე d და სისალზე δ . ამ ორი სიდიდის გავლენა დაწვრილმანების პროცესზე ერთნაირი ხასიათისაა. თითოეული მათგანის გაზრდა მადანს ხდის ძნელადდასაწვრილმანებელს, ანელებს დაწვრილმანების პროცესს, რითაც მცირდება წისქვილის მწარმოებლურობა კონდიციური პროდუქტის მიხედვით და იმატებს საცირკულაციო პროდუქტის ხარჯი. მოცემული d -სა და δ -ს დროს Q -სა და q -ს მომატებით Q_1 იზრდება, Q -სა და q -ს ოპტიმალური მნიშვნელობის დროს აღწევს მაქსიმუმს, ხოლო შემდეგ იწყებს კლებას. აიხსნება ეს იმით, რომ ბევრი მადანი წისქვილში იწყებს ბრუნვას წისქვილსა და ფოლადის ბურთულებთან (ან ღეროებთან) ერთად, როგორც ერთიანი მასა და უარესდება დაწვრილმანების პირობები, ხოლო ბევრ წყალს სწრაფად გადააქვს მასალა წისქვილის გასწვრივ და იგი ვერ ასწრებს დაწვრილმანებას. ბუნებრივია, როცა იცვლება d და δ , იცვლება Q -სა და q -ს ოპტიმალური მნიშვნელობებიც. ამრიგად, თუ d -სა და δ -ს განვიხილავთ, როგორც შემამოფოთებელ სიდიდეებს, Q და q შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც მმართველი სიდიდეები. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ, რომ სისალის გაზომვა ძალიან რთული ამოცანაა არა მარტო მართვისას, არამედ ექსპერიმენტის დროსაც კი, ფაქტობრივად მხედველობაში მისაღებ შემამოფოთებელ სიდიდედ რჩება სისხო d . ეს გამართლებულია იმითაც, რომ მადნის სისხო დაწვრილმანების წინ ერთგვარად აფასებს სისალესაც. საქმე ისაა, რომ წისქვილამდე მადანი ჩვეულებრივად გაივლის სამსხვრევლას და დამსხვრეული მადნის სისხო მით მეტია, რაც მეტია მისი სისალე.



ზემოაღნიშნულის საფუძველზე გაწრფივებული დამოკიდებულებები $Q=f_2(d)$, რომლებიც უზრუნველყოფენ კონდიციური პროდუქტის მიხედვით მწარმოებლურობის მაქსიმუმს ($Q_0=Q_{\text{მაქ.}}$), იქნება:

$$Q=a_{1\text{ფ}}-a_1d; \quad Q_{\text{მინ}} \leq Q \leq Q_{\text{მაქ.}}; \quad (1)$$

$$q=a_{2\text{ფ}}-a_2d; \quad q_{\text{მინ}} \leq q \leq q_{\text{მაქ.}}$$

ამ გამოსახულებებში კოეფიციენტები $a_{1\text{ფ}}$, $a_{2\text{ფ}}$, a_1 და a_2 განისაზღვრება ექსპერიმენტულად [1] $Q_0=Q_{\text{მაქ}}$ პირობიდან გამომდინარე მოცემული კონკრეტული წისკვილისა და მადნისათვის. ყველა შემთხვევაში ეს კოეფიციენტები დადებითია და შესაბამისად მადნის სისხოს გაზრდა თხოულობს მწარმოებლურობისა და წყლის ხარჯის შემცირებას.

ავტომატური მართვის სისტემა, რომელიც შეიძლება სტანდარტულ რეგულატორებზე იყოს აწყობილი, ფაქტობრივად ორი ავტონომიური სისტემისაგან შედგება, რომლებიც მუშაობს (1) განტოლებებიდან გამომდინარე შემდეგი გამოსახულების მიხედვით:

$$Q+a_1d=a_{1\text{ფ}}; \quad Q_{\text{მინ}} \leq Q \leq Q_{\text{მაქ.}}; \quad (2)$$

$$q+a_2d=a_{2\text{ფ}}; \quad q_{\text{მინ}} \leq q \leq q_{\text{მაქ.}}$$

ორივე სისტემა ახორციელებს ორი სიგნალის ჯამის სტაბილიზაციას: სისხოს შეცვლისას ცვლის მწარმოებლურობას და წყლის ხარჯს (1) კანონების შესაბამისად. $a_{1\text{ფ}}$ და $a_{2\text{ფ}}$ წარმოადგენს დავალებებს შესაბამისი ავტომატური რეგულირების სისტემებისათვის.

იმ შემთხვევაში, როცა არ ხერხდება დასაწვრილმანებელი მადნის სისხოს გაზომვა წისკვილში მიწოდებამდე, მიზანშეწონილია მის შესაფასებლად გამოვიყენოთ მადნის მარაგი წისკვილში M ან საციკულაციო პროდუქტის ხარჯი Q_0 [2]. ცნობილია, რომ მადნის სისხოს გაზრდისას იზრდება ერთიც და მეორეც. პირველი ხერხი გავრცელებულია ბურთულეებიანი წისკვილისათვის, რადგან M -ის შეფასება შესაძლებელია ბგერითი სიგნალის (ხმაურის) მიხედვით. ღეროებიანი წისკვილი ასეთ შესაძლებლობას მოკლებულია. მეორე ხერხი მისაღებია როგორც ერთ, ისე მეორე შემთხვევაში, მაგრამ მის გამოყენებას ხელს უშლის დიდი დაგვიანება არხით „ $Q-Q_0$ “. ამ არხში თანამიმდევრულადაა ჩართული წისკვილი, სისხოს მიხედვით პროდუქტების დამყოფი აპარატი და მათ შორის სატრანსპორტო მოწყობილობა.

როგორც გამოკვლევა გვიჩვენებს, აღნიშნული ხერხის გამოყენების არც შეიძლება საგრძნობლად გავაფართოოთ, თუ სისტემებს ავაწყობთ შემდეგი დამოკიდებულების მიხედვით:

$$Q + cQ_0 - c_1 \frac{dQ_0}{dt} = c_{\text{ფ}}; \quad Q_{\text{მინ}} \leq Q \leq Q_{\text{მაქ.}}; \quad (3)$$

$$q - bQ = b_{\text{ფ}}; \quad q_{\text{მინ}} \leq q \leq q_{\text{მაქ.}}$$

კოეფიციენტები c , $c_{\text{ფ}}$, b , $b_{\text{ფ}}$ კვლავ ექსპერიმენტულად განისაზღვრება ზემოაღნიშნული პირობიდან გამომდინარე [1,3].



პირველ გამოსახულებაში გათვალისწინებულია წისქვილის გამოსავალზე სრული მწარმოებლურობის ($Q_g = Q_f + Q_d$) წარმოებულნი. დამყარებულ რეჟიმში იგი ნულის ტოლია და ორივე სისტემა მუშაობს ორი სიგნალის ჯამის სტაბილიზაციის პრინციპით. მადნის დიდ სისხოს შეესაბამება გაზრდილი Q_d , რასაც ავტომატური რეგულირების სისტემები პასუხობს Q -სა და q -ს შემცირებული მნიშვნელობებით. გარდამავალ რეჟიმებში თავს იჩენს მესამე შესაკრები პირველ გამოსახულებაში, რაც უზრუნველყოფს რეგულატორის შესაბამის რეაქციას დასაწყისშივე. ვთქვათ, გაიზარდა წისქვილში მიწოდებული მადნის სისხო, მაშინ შემცირდება დაწვრილმანების სიჩქარე და დაიწყებს ზრდას მადნის მარაგი წისქვილში. ამის შედეგად კი დაიწყება წისქვილის გამოსავალზე სრული მწარმოებლურობის შემცირება და გაჩნდება dQ_g/dt უარყოფითი ნიშნით, რასაც მოჰყვება ჯამის გაზრდა, რომელიც აღმოჩნდება დავალებაზე მეტი. რეგულატორი დაიწყებს შემცირებას წონასწორობის აღსადგენად. ამრიგად, სისტემა დასაწვრილმანებელი მადნის თვისებების შეცვლაზე რეაგირებს საციკულაციო პროდუქტის ხარჯის რეაქციის გაჩენამდე, რითაც ერთგვარად კომპენსირდება სისტემაში დაგვიანების არსებობის მავნე გავლენა ავტომატური რეგულირების სისტემის მუშაობაზე. ბუნებრივია, რომ მართვის ასეთი ხერხის განსახორციელებლად საჭიროა წისქვილის გამოსავალზე მყარი მასალის ხარჯის წარმოებულის გადამწოდი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 27.01.1994)

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Г.Д. Буцхрикидзе, Р.П.Энагели, Л.Г.Гучуа

К вопросу управления процессами измельчения и разделения руды по крупности

Резюме

Приведен способ управления замкнутым циклом измельчения и классификации руды. В оптимальное сочетание расходов руды и воды включена производная от расхода руды на выходе мельницы. Это компенсирует вредное влияние запаздывания в системе.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

G. Butskhrikidze, R. Enageli, L. Guchua

On the Control Processes of Ore Grinding and Separation by the Size

Summary

The method of the closed loop control of the ore grinding and classification is proposed. Derivative of the ore expenditure on the mill exit is included in the optimum combination of ore and water expenditure. This compensates the harmful influence of lagging in the system.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.А.Барский, В.З.Козин*, Системный анализ в обогащении полезных ископаемых. М., 1978, 486.
2. *Г.Д.Буцхрикидзе*. Труды ГПИ. Горная электромеханика. 7 (217), Тбилиси, 1979, 26-30.
3. *Г.Д.Буцхрикидзе*. Известия вузов. Горный журнал 8, 1980, 115-122.

УДК 627.81

ГИДРОЛОГИЯ

А.П.Макацария

О рациональном методе строительства каскада водохранилищ в горных условиях

(Представлено академиком Г.Г.Сванидзе 20.11.1993)

Энергетика является базовой отраслью народного хозяйства страны. Грузия, бедная традиционными энергоресурсами одноразового использования (уголь, нефть, газ), испытывает острый (4 млрд кВт ч), или 25%-ный, дефицит в энергообеспечении. Но она богата возобновляемыми (гелио-, ветро-, гидро-) энергоресурсами. Гидроэнергетические ресурсы Республики, по определению [1], составляют около 15,6 млн кВт по мощности и 137 млрд кВт ч по энергии, а экономически эффективная их часть равна 70-80 млрд кВт ч. К сожалению, лишь минимальная доля ее освоена (около 10%).

Считается рентабельным создание в горных условиях гидротехнических сооружений энергетического и комплексного назначения с емкими водохранилищами [2]. С экономико-экологической точки зрения, они вполне приемлемы ввиду затопления и подтопления малых площадей ценных земельных угодий и относительно незначительного отрицательного влияния на окружающую природную среду. В связи с этим становятся необходимыми разработка и обоснование концепции о рациональном методе ведения строительства гидроузлов и их каскадов на горных реках, позволяющем эффективно использовать полный гидроэнергетический потенциал, а также конструктивное решение вопроса о верном выборе направленности и очередности создания их ступеней. Каскадное использование горных водотоков и выбор параметров каскада деривационных ГЭС определены [3,4].

Строительство каскада водохранилищ на горных реках до сих пор осуществляется по „восходящему“ методу – начиная с нижнего течения (т.е. предгорного участка) в направлении к верхнему. Так строились и продолжают строиться каскады водохранилищ на реках Грузии: Куры-Арагви, где ниже слияния этих рек в 1927 г. было построено Земо-Авчальское (ЗАГЭСское) водохранилище, позднее (1986 г.) выше, на р.Арагви, было сооружено Жинвальское, а в верхнем течении р.Куры в настоящее время проектируется каскад водохранилищ; на р.Риони в 1933 г. было создано Рионское водохранилище, позже (1958 г.), выше него, было построено Гуматское, а теперь выше них проектируется каскад Намахванских (Жонетское, Намахванское и Твишское) водохранилищ; на р.Ингури сначала построили Джварское водохранилище, а позже выше него начали строить Худонское. Аналогичным методом сооружаются водохранилища на других водотоках Кавказа (р.Сулак), Средней Азии (р.Вахш) и др. горных регионов.



Однако при таком методе строительства каскада водохранилищ возникает ряд нижеприводимых осложнений, влияющих весьма отрицательно как на условия создания отдельных ступеней и каскада в целом, так и на условия их эксплуатации и обслуживаемых ими объектов (ГЭС, ирригационных систем и т.д.):

1) полное и резкое нарушение после сооружения нижней ступени каскада гидрологического режима реки на нижнем бьефе, в устьевой области, приустьевом взморье и на береговой зоне водоема, принимающего зарегулированный водоток; сокращение поступления воды, твердого стока и биомассы и установление дефицитного режима развития, что приводит к возникновению и усилению деградации русла, дельты и береговой зоны, оскудению животного мира и др.;

2) сохранение ненарушенного естественного режима и паводковой обстановки на большей (средней и верхней) части реки до постройки остальных ступеней каскада и необходимость при строительстве каждой вышеследующей ступени проведения мероприятий по борьбе с паводками, создания вспомогательных и временных устройств (дамб, перемычек, строительного туннеля и т.п.) больших параметров, рассчитываемых каждый раз на пропуск максимального расчетного расхода незарегулированного стока;

3) заиление каждой из ступеней водохранилищ, питающейся незарегулированной рекой, до постройки вышеследующей;

4) необходимость создания на каждой из ступеней каскада водохранилищ емкого мертвого объема (~ 50% от полного), требующего неэффективной траты средств на строительство высоких и сверхвысоких плотин и создания глубоких и сверхглубоких водоемов, связанного с большим техническим риском, вызывающего повышение сейсмической активности района, приводящего к затоплению и подтоплению больших земельных угодий, лесных массивов, населенных пунктов и усиливающего отрицательное влияние на окружающую природную среду и хозяйство;

5) невозможность пользования карьерами стройматериалов и старой, более удобной дорожной сетью, расположенных на дне долины – в пределах затопления нижними ступенями водохранилищ, и необходимости прокладывания на высоких отметках склонов новой высококлассной дороги и пользования ею для привоза инертных материалов из далеких карьеров, перевозки стройматериалов, техники, оборудования и др. грузов для всего каскада;

6) захламление и загрязнение ложа водохранилищ плавающим лесом, строительными отходами, стоком химических и биологических веществ, приносимыми поверхностными и грунтовыми водами с водосборного бассейна и со строительных площадок во время строительства ступеней каскада.

На ранней стадии гидротехнического строительства, когда технико-экономическая возможность страны была ограниченной, а строительная индустрия развита слабо, создание каскада горных водохранилищ по восходящему методу еще, может, и было оправдано. Тем более, что технико-экономическая эффективность нижней ступени оказывается, как правило, наиболее высокой как из-за благоприятных

природных условий, так и из-за близости ее к народнохозяйственным объектам (железно- и автодорожной магистрали, линии связи и электропередачи (ЛЭП) и т.д.). Поэтому расходы на создание инфраструктуры для первой ступени являются наименьшими. Но возрастают они при строительстве вышеследующих ступеней каскада. Поэтому эти гидроузлы становятся все более дорогостоящими и менее рентабельными.

В связи с этим нам представляется рациональным ведение строительства каскада по „нисходящему“ методу [5]. Его следует начинать с верховья реки и вести в направлении ее течения — к низовью. При этом вначале будет сооружаться самая верхняя — первая ступень каскада, после нижеследующие — вторая, третья и т.д. ступени, и в конце — самая нижняя.

Предлагаемый нисходящий метод строительства каскада при нынешней экономической возможности страны, уровне научно-технического прогресса и развитости строительной индустрии, с нашей точки зрения, является наиболее приемлемым и рациональным. Причем, он имеет ряд важных преимуществ, проявляющихся как при строительстве, так и при эксплуатации каскада. К ним относятся:

1) легкообуздаемость и легкоуправляемость рек, имеющих обычно относительно малые расходы стока в верхнем течении, где предусматривается строительство первой (самой верхней) ступени каскада;

2) незаилаемость каскада водохранилищ (помимо верхней, первой его ступени, где этот процесс обычно слаб из-за малой мощности твердого стока) в связи с поступлением из верхнего бьефа осветленной воды. При наличии боковых притоков со значительными жидкими и твердыми стоками целесообразно регулировать их водохранилищем или его каскадом, сооружая по той же, нисходящей, последовательности; при малом расходе стока достаточно забаражировать их (а также русло, выше первой ступени каскада) низконапорной водосливной плотиной или фильтрующей дамбой с одновременным отбором и вывозом накопившегося аллювия. Их можно соорудить и в пределах зоны затопления так, чтобы гребень плотины (дамбы) находился на уровне или ниже НПУ водохранилища;

3) отпадение необходимости создания на ступенях каскада (помимо первой) большого мертвого объема водохранилищ, строительства высоких и сверхвысоких плотин и устройства глубоких и сверхглубоких водохранилищ, тем самым доведение их до оптимальных величин;

4) отпадение строительства на каждой из нижерасположенных ступеней каскада вспомогательных и временных (подпорных, стоконаправляющих, стокоотводящих) сооружений больших параметров, фактически управляющих уже зарегулированным, укрощенным стоком реки; отпадение необходимости выполнения противопаводковой защиты территории и объектов;

5) возможность пользования при строительстве каждой ступени каскада карьерами стройматериалов как ниже, так и выше строящегося гидроузла и старой, реконструированной дорогой, находящихся обычно на дне долины и защищенных уже от затопления и разрушения паводковыми водами. По мере же завершения



строительства каждой ступени каскада сооружение над ним значительно низкой по классу эксплуатационной дороги, нам кажется, будет намного экономичней и выгодней.

Изложенное позволяет предположить, что строительство каскада водохранилищ по нисходящему методу является оптимальным вариантом.

В то же время, при этом методе строительства на сооружение самой верхней, первой ступени каскада ложится, на первый взгляд, сразу почти вся тяжесть расходов, необходимых для создания всей строительной инфраструктуры (реконструкция старой или строительство новой дороги, ЛЭП, линии и сооружений связи, создание строительной производственной базы с предприятиями разного профиля и др.). К тому же, из-за малой мощности стока на этом участке реки (а следовательно, и гидроузла), отдаленности створа, сложностей природных условий и др. технико-экономический показатель верхней ступени каскада бывает почти всегда намного меньше нижерасположенных. Поэтому себестоимость объекта окажется наивысшей по сравнению с остальными ступенями каскада. Но, на самом деле, затраты, понесенные на создание инфраструктуры, постепенно перераспределяются на все нижерасположенные ступени в связи с общекаскадным ее назначением. Мощность и производительность инфраструктуры легко могут быть расширены при развитии строительства каскада. В результате расходы быстро окупятся и непрерывно будет уменьшаться себестоимость воды и выработанной ступенями каскада ГЭС электроэнергии, что в конечном итоге приведет к снижению общей стоимости каскада и повышению экономической его эффективности. Но при этом необходимо учесть одно из главных требований этого метода — непрерывность ведения строительства каскада.

По принятому сейчас восходящему методу строительства технико-экономическая эффективность каждой из ступеней каскада оценивается разобщенно, для каждой ступени в отдельности, а каскад в целом рассматривается как простая совокупность отдельных его ступеней. При такой оценке приоритет ошибочно получают нижние, последние ступени, так как затраты на их строительство — наименьшие, мощность этих гидроузлов — наибольшая, а следовательно, экономическая эффективность — наивысшая. Эффективность же остальных, вышерасположенных ступеней постепенно падает. Поэтому наименьшей эффективностью отличаются самые верхние ступени. Их проекты с трудом проходят экспертизу или вовсе не утверждаются. Такой подход к планированию каскада нельзя считать методически оправданным. Гидрологический потенциал реки надо рассматривать не разобщенно, по отдельным ее участкам, а в едином целом комплексе для всего водотока, в частности, при расчете и оценке технико-экономической эффективности строительства каскада по предложенному нами нисходящему методу. Достижение ожидаемой, максимально возможной технико-экономической эффективности предлагаемого метода может быть обеспечено только при планировании, проектировании и строительстве всего каскада водохранилищ как единой,

целостной организационно-хозяйственно-динамической системы системных образований.

Системный подход [6] необходим как при проектировании и строительстве, так и при эксплуатации каскада водохранилищ и гидроузлов в целом, при изучении происходящих в них процессов и явлений, для выявления возможностей применения современных методов и средств исследований, анализа их различных сторон.

Таким образом, создание каскада водохранилищ в горных условиях по предложенному нами нисходящему методу – в направлении от верхнего течения к нижнему, с поочередным, последовательным и непрерывным выполнением комплексов гидротехнических сооружений как единой целостной энергетико-ирригационно-хозяйственно-динамической системы является, на наш взгляд, технически более легкоосуществимым, экономичным и рациональным, а экологически наиболее приемлемым.

Академия наук Грузии
Институт географии им. Вахушти Багратиони
(Поступило 29.11.1993)

ჰიდროლოგია

ა. მაკატარია

მთის პირობებში წყალსაცავთა კასკადის მშენებლობის
რაციონალური მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

დღემდე მოქმედი წესის საპირისპიროდ, მთის მდინარეებზე წყალსაცავთა კასკადის ჩვენეული, დადგენილი მეთოდით მშენებლობა რაციონალურია, რადგან იგი ტექნიკურად ადვილად განსახორციელებელი, ეკონომიკური და ეკოლოგიურად უფრო გამართლებულია.

HYDROLOGY

A. Makatsarya

On the Rational Method of Construction Cascades of Reservoirs under Mountainous Conditions

Summary

Contrary to the existed method descending way of construction cascades of reservoirs is more rational under mountainous conditions, as it is technically easily fulfilled, costs less and sound ecologically.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.Г.Сванидзе, В.П.Гагуа, Э.В.Сухишвили. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. А., 1987, 92.
2. М.А.Стырикович. Вестник АН СССР, 2, 1975, 17-23.
3. Г.Г.Сванидзе. Автореф. канд. дис. Тбилиси 1950, 24.
4. Г.Г.Сванидзе. Труды энергетического ин-та АН ГССР, VI, 1951, 67-74.
5. А.П.Макацария. Тезисы докладов итог. научной сессии, посвященной 70-летию создания Тбилисского гос. ун-та. Тбилиси, 1988, 69-71.
6. В.Г.Афанасьев. Наука в СССР, 6, 1986, 117-126.

რ.ფერაძე, თ.ჭანელიძე, ვ.ალფაიძე

არატრადიციული ნედლეულის ახალი საბადო კასპის რაიონში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე.გამყრელიძემ 7.2.1994)

ახლო წარსულში საქართველოს წამყვანი ადგილი ეკავა ყოფილი საბჭოთა კავშირის რესპუბლიკებს შორის მაღალხარისხოვანი ბენტონიტური თიხების მოპოვებისა და ექსპორტის მხრივ. ამ ტრადიციულ ნედლეულს დიდი გამოყენება აქვს მრეწველობის სხვადასხვა დარგსა და სოფლის მეურნეობაში, რის გამოც, როგორც მისი, ისე შემცველი არატრადიციული ნედლეულის დამატებითი სამრეწველო მარაგების გამოვლენა ჩვენი რესპუბლიკისათვის მეტად აქტუალურია. ამ თვალსაზრისით დიდ ინტერესს იწვევს კასპის რაიონში, თეძამის ცეოლითიზებული ტუფების უკვე ცნობილი საბადოს უშუალო სიახლოვეში თეძამისხევის ბენტონიტიზებული ტუფების საბადოს გამოვლენა, რომლის მოკვლევა მოხერხდა ავტორების რეკომენდაციებით [1,2] ჩატარებული ძებნითი და ძებნა-შეფასებითი სამუშაოების შედეგად.

თეძამისხევის ბენტონიტიზებული ტუფების საბადო განლაგებულია თეძამის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში და მოთავსებულია შუაეოცენური ვულკანოგენურ-დანალექი სერიის ატენის წყების ქანებში. საბადოს პროდუქტიული ჰორიზონტი წარმოადგენს ბენტონიტიზებული და ცეოლითიზებული ტუფების ფენას (შრეს), რომელიც ქვემოდან და ზემოდან შემოსაზღვრულია ტუფბრექჩიებისა და ტუფქვიშაქვების მორიგეობით და შესწავლილია სათანადო სამოცოდნო გამოწამლვებითა და ქაბურღილებით. მას აქვს მნიშვნელოვანი გავრცელება და ხელსაყრელი გეოლოგიური განლაგება. პროდუქტიული ფენა ძირითადად აგებულია ლითოკლასტური, ვიტროფირული და პელიტური ტუფებით, ხოლო ფუჭი კლდოვანი ქანები წარმოდგენილია უხეშნატეხოვანი ტუფების მცირე სიმძლავრის (0.5-1.5 მ) შრეებით, ფსამიტური და ფსეფიტური ავგიტ-ჰიპერსტენიანი ანდეზიტური ტუფბრექჩიებით და ტუფქვიშაქვებით. მინერალოგიური კლასის საფუძველზე დადგენილია, რომ თეძამისხევის სახეშეცვლილი ტუფების შემადგენლობაში მონაწილეობენ შემდეგი მინერალები: კლინოპტილოლიტი, მონტმორილონიტი, კალციტი, კრისტალობლასტები (მინდვრის შპატი-რქატყუარა-ბიოტიტი), კვარცი. ამასთან, კლინოპტილოლიტი და მონტმორილონიტი წარმოქმნილი უნდა იყვნენ ვულკანური მიწის ხარჯზე, რაზეც მიგვითითებს ის გარემოება, რომ აღნიშნულ ტუფებში ვულკანური მიწის როგულკების (ბირთვების) ნაწილები ჩანაცვლებულია კლინოპტილოლიტით, ხოლო პერიფერიები - მონტმორილონიტით. ამავე დროს, ჩანაცვლების ასეთი თავისებურება მეტყველებს იმაზე, რომ კლინოპტილოლიტი-ზაციის პროცესი წინ უსწრებდა მონტმორილონიტიზაციას, ხოლო პირველის შეცვლა მეორით გამოწვეული უნდა იყოს ზღვისქვეშა გარემო პირობების ცვალებადობით და ექსპლაციების გავლენით ზღვის წყლის ტუტინაობის დაცემით, რაც ექსპერიმენტულადაც არის დადგენილი. კერძოდ, დადასტურებულია, რომ

ალუმოსილიკატური ქანის კლინობტილოლიტიზაციის პროცესი მიმდინარეობს კაქმეჯავათი გაჭერებული ხსნარების ზემოქმედებით [3]. ამიტომ უნდა დავუშვათ, რომ თემისხევის უბანზე შუაეოცენური წყალქვეშა ვულკანიზმის დამამთავრებელ სტადიაზე წარმოქმნილი ტეფრა განიცდიდა ასეთი ხსნარების ზემოქმედებას. სახეშეცვლილი ტუფების მინერალოგიური შედგენილობა ამგვარი ზემოქმედების პროცესის შესაძლებლობას საკვებით დასაშვებს ხდის. უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ამ პროდუქტიული ტუფების დიაგენეზისის დროს აუზში ექსპლაცებით შექმნილი ტუტე გარემო ხელს უწყობდა ტეფრიდან კაქმეჯავას გამოტანას, რის გამოც იმ უბნებზე, სადაც მაღალი კაქმეჯავიანობა და ტუტეანობა სტაბილური იყო, მკავე ვიტროფირული ტუფები განიცდიდნენ კლინობტილოლიტიზაციას და წარმოიქმნებოდა ცეოლითიზებული ტუფების სამარეწველო ფენები. პროცესი სხვაგვარად წარიმართებოდა, თუ დიაგენეზისის დროს მოხდებოდა ხსნარის კაქმეჯავიანობის შემცირება და მისი წყალბადის პოტენციალის დაცემა ტუტე არედან ნეიტრალურ -სუსტ ტუტე არემდე. ასეთ პირობებში ჩვეულებრივ ხდება ტეფრის მონტმორილონიტიზაცია, რაც ასევე ექსპერიმენტულად არის დადასტურებული. ამიტომ დასაშვებია, რომ ასეთი პროცესის შედეგად ადგილი უნდა ჰქონოდა თემისხევის ბენტონიტიზებული ტუფების საბაღოს პროდუქტიული ჰორიზონტის ფორმირებას. უნდა აღინიშნოს, რომ თემისხევის პროდუქტიული ჰორიზონტის მონტმორილონიტური შედგენილობა დადასტურებული აქვს ნ.სხირტლამეს [4], მაგრამ იგი არ ეხება მათი სამარეწველო მნიშვნელობის საკითხს.

თემისხევის საბაღოს სახეშეცვლილი ტუფების ტექნოლოგიურმა შესწავლამ კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში დაადგინა მათი მაღალი აღსორბციული თვისებები და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში გამოყენების შესაძლებლობები. ისინი აკმაყოფილებენ როგორც ცეოლითებისადმი (კერძოდ, კლინობტილოლიტისადმი), ისე ბენტონიტებისადმი წყაყენებულ მოთხოვნებს (ნათობპროდუქტებისა და მცენარეული ზეთების გამწმენდები) და სტანდარტების შესაბამის ტექნიკურ პირობებს. ამ თვალსაზრისით ისინი წარმოადგენენ უნიკალურ არატრადიციულ ნედლეულს, ვინაიდან როგორც საქართველოში, ისე მის საზღვრებს გარეთაც ამგვარი ნედლეულის არსებობა ჭერჭერობით დადგენილი არ არის. მისი ეს უნიკალური მრავალმხრივი თვისებები განპირობებულია მინერალური შედგენილობით, რაც გამოიხატება ტუფების კლინობტილოლიტიზაცია და მონტმორილონიტის თანამგზავრი პარაგენეტური არსებობით. ასეთი უნიკალური, არატრადიციული ნედლეულის ახალი საბაღოების გამოვლენას საქართველოში, კერძოდ, აჭარა-თრიალეთის ნაოქა ზონაში, დიდი პერსპექტივები აქვს. სახელობრ, არსებობს რეალური გეოლოგიური წინაპირობები იმისა, რომ თემისხევის ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაში, აგრეთვე ძეგვისა და გურკელის ცეოლითების საბაღოების რაიონებში, შუაეოცენურ წარმონაქმნებში ძეხნითი და გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების შედეგად აღმოჩენილ იქნეს ბენტონიტიზებული და ცეოლითიზებული ტუფების სამარეწველო საბაღოები [2], რითაც საგრძნობლად გაიზრდება ჩვენი რესპუბლიკის სანედლეულო ბაზა.

ამგვარად, თემისხევის ბენტონიტიზებული და ცეოლითიზებული ტუფების საბაღოს ადვილად მისაღდომი გეოგრაფიული მდებარეობა, ხელსაყრელი გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობები, საკუთრივ ნედლეულის მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ამ ახალი საბაღოს ექსპლუატაციაში შეყვანით რესპუბლიკა დამატებით მიიღებს 4.5 მლნ. ტ საჭირო ნედლეულს (თავისი სამარეწველო მარაგით თემისხევის საბაღო უტოლდება



გუმბრის ცნობილ საბადოს). ეს არატრადიციული ნედლეული გამოყენებულ იქნეს როგორც ბუნებრივი მინერალური სასუქი, ისე მაღალი ხარისხის შათეთრებელი და აღსორბენტი. განსაკუთრებით საყურადღებოა მისი ეს უკანასკნელი თვისება ნავთობპროდუქტების გადამუშავებისა და გაწმენდის დარგში. თუ მხედველობაში მივიღებთ უცხოელ ინვესტორებთან თანამშრომლობით ჩვენში ასეთი საწარმოების მშენებლობის პერსპექტივებს, აღმოსავლეთ საქართველოში ამ ტრადიციული ნედლეულის პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობები ექვს არ უნდა იწვევდეს.

ი.ჭავჭავიძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს გეოლოგიის, გეოდენზიისა და
კარტოგრაფიის დეპარტამენტი

(შემოვიდა 25.3.1994)

ГЕОЛОГИЯ

Р.В.Перадзе, Т.В.Джanelidze, В.С.Алпаидзе

Новое месторождение нетрадиционного сырья в Каспском районе

Резюме

В результате проведенных в Каспском районе Восточной Грузии исследований в пределах Тедзамского месторождения клиноптилолитизированных туфов, на основании рекомендации авторов, было вывлено новое, Тедзмисхевское месторождение бентонитизированных и цеолитизированных туфов. Вновь выявленные туфы характеризуются монтмориллонит-клиноптилолитовым минеральным составом, высокими технологическими свойствами и могут быть успешно применены в разных отраслях промышленности, в том числе в нефтеперерабатывающей и в сельском хозяйстве. При этом месторождение находится в благоприятных геологических, географических и экономических условиях и его разработка возможна открытым способом круглогодично. Запасы составляют 4,5 млн т. Они служат дополнительной сырьевой базой для рудоуправления „Грузцеолит“, обеспечивающей производство на несколько десятков лет.

GEOLOGY

R.Peradze, T.Djanelidze, V.Alpaidze

A New Deposit of Nontraditional Raw Material in Kaspi District

Summary

As a result of the authors explorations and on the basis of their recommendation a new deposit of bentonized and zeolitized tuffs has been revealed in the bounds of Tedzami deposit clynoptilolitized tuffs (Eastern Georgia Kaspi district). The tuffs are characterized by montmorillonite-clynoptilolite mineral paragenesis, have high technological qualities and may successfully be used in the different branches of

industry such as the oil overworking and agriculture. The new Tedzamiskhevi deposit is situated in the favourable conditions and its exploitation can be conducted by the open way all the year round. The reserves of the deposit make up 4,5 ml.t. It will serve as an additional base for the administrative department "Gruszeolite" and provide the industry for several decades.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Т.В.Джанелидзе*. Сообщ. АН ГССР, **123**, 3, 1986.
2. *ვ.ალფაიძე, რ.ფერაძე*. არატრადიციული არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის გამოვლენის პერსპექტივები სამხრეთ საქართველოში. თბილისი, 1991.
3. *Э.Э.Сандеров, Н.И.Хитаров*. Цеолиты и их синтез и условия образования в природе. М., 1970.
4. *Н.И.Схиртладзе*. Осадочные цеолиты Грузии. Тбилиси, 1991.



УДК 564.535.3:551.763.12(479.22)

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

И.В.Кванталиани, А.З.Сахелашвили

Pulchellia compressissima – первая находка в
нижнебарремских отложениях Грузии

(Представлено академиком АН Грузии А.К.Габуния 28.06.1993)

Представители стенохронного семейства *Pulchelliidae* (*Ammonoidea*) бесспорно имеют большое биостратиграфическое значение. Они часто встречаются в отложениях баррема разных регионов Америки, Европы, Азии и Африки. На основании их узкого вертикального диапазона распределения в разрезах устанавливаются отдельные зоны баррема.

В стратотипическом разрезе во Франции в нижнем барреме, между самой нижней зоной *Spitidiscus hugii* и верхней зоной *Moutoniceras* sp. P.Бюснардо [1] выделяет среднюю, богато охарактеризованную пульхеллидами, зону *Pulchellia compressissima*.

Первые сведения о представителях семейства *Pulchelliidae* в барремских отложениях Грузии приведены в незавершенной рукописи И.М.Рухадзе [2] и позднее в монографии А.И.Джанелидзе [3].

Собственно вид-индекс одной из зон нижнего баррема в Грузии упоминается лишь при описании нижнемеловых отложений Рача-Лечхумской синклинали в разрезе р. Риони (Хидикари) и р.Рицеули [4-11]. Однако ревизия аммонитов, описанных прежними исследователями как *Pulchellia compressissima*, позволила Э.В.Котетишвили [12,13] заключить, что эти определения были ошибочными и их следует отнести к роду *Subpulchellia*. Таким образом, наличие вида-индекса *P. compressissima* в отложениях нижнего баррема Грузии (и в ряде других регионов) было отвергнуто. Неверное определение аммонита под названием *Pulchellia nicklesi* мы усматриваем также и в работе В.Т.Акопяна [14], что, в свое время, по всей вероятности, было вызвано отсутствием опубликованного фотоизображения голотипа *P. compressissima* (d'Orb.). Помимо ошибочного определения аммонитов, большинство описанных разрезов страдало также отсутствием их точной стратиграфической привязки. Более того, в некоторых работах не указывается даже приблизительное место отбора ископаемых – из верхней, средней или нижней ее части. Это обстоятельство, безусловно, затрудняет или делает вовсе невозможным корреляцию с синхронными отложениями других регионов.

В нашем новом палеонтологическом материале оказался вид-индекс средней зоны нижнего баррема *P.compressissima*, который, по существу, для Грузии и всего остального Кавказского региона устанавливается впервые. Подробные сведения о стратиграфической приуроченности указанного вида приведены в нашей совместной, специально посвященной этому вопросу работе [15].

При описании *P. compressissima* нами, помимо упомянутой выше использована и специальная обширная литература [16-23].

Экземпляры, описанные под коллекционным № 108, хранятся в Музее ГИН АН Грузии.

ОТРЯД *AMMONITIDA* Hyatt, 1889

Подотряд *Perisphinctina* Besnosov et Michailova, 1983

Надсемейство *Desmoceratoidea* Zittel, 1895

Семейство *Pulchelliidae* Hyatt, 1903

Род *Pulchella* Uhlig, 1883

Pulchella compressissima (d'Orb.)

Табл.1, фиг.1а-е

1840. *Ammonites compressissimus* d'Orbigny, с.210, т. 61, фиг. 4,5

1858. *Ammonites compressissimus* Karsten, с.107, т. 2, фиг. 9 а,б

non 1890. *Pulchella compressissima* Nicklès, с.8, т.1, фиг. 1-5

(= *Pulchella nicklesi* Hyatt)

non 1894. *Pulchella compressissima* Nicklès, с.36, т.5, фиг.1-6

(= *Pulchella nicklesi* Hyatt)

non 1903. *Pulchella compressissima* Hyatt, с.142, т.17, фиг.9-12

(= *Subpulchella brevicostata* Kot.)

1974. *Pulchella nicklesi* Акопян, с.268, т.94, фиг.4

1980. *Pulchella compressissima* Wermeulen, т.1, фиг. 1-6

?1984. *Pulchella compressissima* Avram, Kusko, с.19, т.2, фиг.14а, б

Голотип из барремских отложений Юго-Восточной Франции (d'Orbigny, 1840, с.210, т.61, фиг.4-5 = Wermeulen, 1980, т.1, фиг.1-6).

Материал. Один экземпляр хорошей сохранности – 108 (Хпр 307/1) и два фрагмента – 108(Хпр 307/6) и 108(Хпр 307/7).

Форма. Ядра уплощенные, с умеренно возрастающими инволютными оборотами. Поперечное сечение – усеченно-стреловидное. Наружная сторона плоская, резко, почти под прямым углом переходит в слегка выпуклые высокие боковые стороны. Наибольшая ширина – у середины боковых сторон. Пупок очень узкий, неглубокий, воронковидный.

№ обр.	Д	В	Ш	Дп	в	В:Д	Ш:Д	Дп:Д	В:Ш	В:в
Голотип (d'Orbigny, 1840)	30,5	17,5	7,7	2,0	11,0	57	25	7	2,27	1,56
Голотип (wermeulen, 1980)	32,5	18,6	8,6	2,2	11,7	57	26	7	2,16	1,73
108(Хпр 307/1)	17,1	10,0	5,1	1,1	6,0	58	29	6	1,96	1,66

Скульптура. На ядрах, выше середины боковых сторон, особенно в конце последнего оборота, наблюдаются субрадиально расположенные четко выраженные ребра. В сторону пупкового перегиба они постепенно ослабевают и затем исчезают. В начале последнего оборота ребра из-за слабой развитости трудно различимы, что мешает

Таблица 1

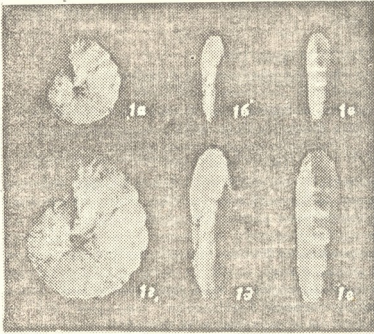


Табл.1 а-е *Pulchellia compressissima* (d'Orb.), Западная Грузия, Рача, теснина Хидикари, нижний баррем, зона *Pulchellia compressissima*. 1 а-в в натуральную величину, 1 г-е увеличено в 1,6 раза

подсчитать их количество. Число видимых более рельефных ребер достигает 15. На границе сифональной и боковых сторон ребра, резко преломляясь, уплощены на сифональной стороне.

Сравнение. Из множества видов рода *Pulchellia* наиболее близкое сходство наши экземпляры проявляют с *Pulchellia nicklesi* Hyatt (Nicklès, 1890, с.8, т.1, фиг.1-5), но отличаются от него исчезающими к пупковому перегибу ребрами и характерной уплощенностью наружной стороны, которая обусловлена наличием очень слабых килей или полным их отсутствием, а также сравнительно узким пупком.

По общей форме и некоторым скульптурным особенностям описываемый вид похож на *Pulchellia changarnieri* Sayn (Sayn, 1890, с.25, т.1, фиг.13), но отличается от него характером ребристости. У голотипа 22 ребра на боковых сторонах отчетливо S-образно изогнуты, а на наружной стороне наблюдаются кили. Вследствие этого, отличается и поперечное сечение — у описываемого нами вида оно усеченно-стреловидное, а у сравниваемого с ним *P. changarnieri* на сифональной стороне между килиями имеется депрессия.

Некоторое сходство описываемый вид проявляет и с *Pulchellia schlumbergeri* Nicklès (Nicklès, 1984, с.38, т.7, фиг.11; т.8, фиг. 9-10), но отличается от него прежде всего отсутствием грубой ребристости, широких и толстых ребер, отчетливой сифональной борозды, а также поперечным сечением, напоминающим форму лиры — у *P. schlumbergeri* обороты в средней части боковых сторон очень сильно выпуклы, в

сторону сифона происходит их сильное сужение. Пупок более широкий, чем у *P. compressissima*.

Замечание. *Pulchella compressissima* (d'Orb.) является видом-индексом для одноименной зоны нижнего баррема Юго-Восточной Франции [1]. Имеющиеся в литературе сведения о нахождении представителей этого вида весьма скудны. Значительная часть *P. compressissima* отдельными исследователями определялась неправильно [18, 19, 23]. В результате основательной ревизии представителей семейства *Pulchelliidae* [13] экземпляры, относимые к данному виду, были включены в состав других видов рода *Subpulchella*. Благодаря работе Ж.Вермелена [20], стало известно фотографическое изображение голотипа, которое значительно отличается от рисунка, выполненного художником в работе А.Орбиньи (d'Orbigni, 1840, с.210, т.61, фиг.4,5). Это намного облегчает нам сравнение нашего материала с материалом изображенным в разных работах. Описанный и изображенный как *P. nicklesi* в Атласе ископаемой фауны Армении (Акопян, 1974, с.268, т.94, фиг. 4), по нашему мнению, также определен неправильно. В действительности он должен относиться к *P. compressissima*, обладая всеми основными признаками, характерными для этого вида. Плохое изображение *P. compressissima* в работе румынских исследователей (Avram, Kusko, 1984, с.19, т.2, фиг.14) не позволяет сделать окончательный вывод о правильности его определения.

Распространение. Нижний баррем Юго-Восточной Франции (зона *P. compressissima*), Колумбии, Армении, Грузии, ?Румынии.

Местонахождение. Нижний баррем, зона *P. compressissima* ущелья р. Риони (теснина Хидикари, Рача).

Геологический институт им.
А.И.Джанелидзе АН Грузии

(Поступило 30.6.1993)

გალონტოლოგია

ი.კვანტალიანი, ლ.სახელაშვილი

Pulchella compressissima - პირველი მონაპოვარია

საქართველოს ქვედაბარემულ ნალექებში

რ ე ზ ი უ მ ე

საქართველოში, მდ. რიონის (ხიდიკარი, რაჭა) ქრილში პირველად იქნა აღმოჩენილი ქვედა ბარემულის შუა ზონის ინდექს-სახეობა *Pulchella compressissima*. ამ ამონიტის შემცველი ნალექები საფრანგეთის ბარემულის სტრასოტიპის სინქრონულ ნალექებს უპარალელდება.



I.Kvantaliani, L.Sakhelashvili

Pulchellia compressissima – First Occurrence in the Lower Barremian Deposits of Georgia

Summary

For the first time in Georgia in the Rioni river section (Khidikari, Racha), and for the other regions of Georgia, index-species of the middle zone of the Lower Barremian - *Pulchellia compressissima* has been found and described. This species correlates with the synchronous deposits of the stratotype section of the Barremian in France.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *R.Bushardo*. Мém. BRGM, n. 125, Nantes, 1984, 600 p.
2. *И.М.Рухадзе*. Сообщ. Геол. ин-та Грузии, 3, вып.2, 1938, 129-189.
3. *А.И.Джанелидзе*. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхума. Тбилиси, 1940, 403 с.
4. *М.С.Эристави*. Тр. ГИН АН ГССР. Сер. геол., VI(XI), 1952, 137-210.
5. *М.С.Эристави*. Сопоставление нижнемеловых отложений Грузии и Крыма. М., 1957, 83 с.
6. *М.С.Эристави*. Монографии, № 11, Тбилиси, 1962, 113 с.
7. *М.С.Эристави, Э.В.Котетишвили*. Фонды Геол. ин-та АН ГССР, 1959, 110с.
8. *И.П.Гамкрелидзе*. Тр. Геол. ин-та АН ГССР, н. сер., вып. 7, Тбилиси, 1966, 102 с.
9. *М.С.Эристави*. В кн.: Геология СССР, т.Х, Грузинская ССР, ч.1, геол. описание. М., 112-141.
10. *Г.Е.Гуджабидзе*. Объяснительная записка к геологической карте ГССР, М. 1:500 000. Деп. Геол. геод. и карт., 1974, 70-77.
11. *С.Г.Букия* и др. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Абхазской АССР (м. 1:50 000), 1971, 337 с.
12. *Э.В.Котетишвили*. Тр. АН ГССР, н. сер., вып. 53, 1977, 97 с.
13. *Э.В.Котетишвили*. Тр. Геол. ин-та АН ГССР, н. сер., вып.67, Тбилиси, 1980, 110 с.
14. *В.Т.Акопян*. В кн.: Атлас ископаемой фауны Армянской ССР. Ереван, 1974, 264-278.
15. *И.В.Кванталиани, Л.З.Сахелашвили*. Сообщ. АН Грузии, 151, 3, 1995, 462-466.
16. *A.Orbigny*. Paléontologie Francaise. Terrains Crétacés, Paris, 1840, 662 p.
17. *H.Karsten*. K.K. Hof. und Staatsdruckereir, 1858, 79-117.
18. *R.Nicklès*. Paléontologie, mém., n.4, 1890, 5-30; Ibid., 1894, 31-59.
19. *A.Hyatt*. US geological Survey. Washington, 1903, 250 p.
20. *J.Wermeulen*. These doct. Nice, 1980. 92 p.
21. *E.Avrat, M.Kusko*. D.S. Inst. geol. geol., (1982) 1984, 5-24.
22. *G.Sayn*. Ouach. Bull. de la Soc. Agricult. Lyon, 1890, 78 p.
23. *С.Бресковски*. Тр. Геол. Българ. сер. пал., 8, 1966, 31-184.

З.Дж.Ломсадзе, Дж.М.Ломсадзе

Исследование напряженно-деформированного состояния металла при резке эксцентричным закручиванием

(Представлено академиком И.С.Жордания 1.10.1993)

Резка эксцентричным закручиванием (РЭЗ) является одним из новых процессов безотходной резки круглого проката и труб [1, 2, 3].

В данной работе с целью исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) металла в сечении реза при РЭЗ использован метод определения величин напряжений на основании экспериментально полученных деформаций [4, 5], что потребовало решения таких вопросов, как: монотонность протекания процесса, подбор оптимальных характеристик деформаций, системы координат (начальных и текущих) для материальных точек деформированного тела и выбор функциональной зависимости между деформацией и напряжениями.

Для изучения деформированного состояния металла в очаге деформации при РЭЗ пользовались свинцовыми образцами ($\varnothing 26$ мм), в диаметральной плоскости которых перед отливкой вставлялась тонкая медная пластинка с предварительно выбитыми в ней отверстиями диаметром 3 мм. Вдоль действия ножей (Y) диаметр отверстия постоянно уменьшался, а по оси (X) постоянно увеличивался. Что касается тангенциального направления (Z), то оно зависит от соотношения деформации по осям X и Y . В каждый данный момент реза деформация по оси Z , так же как по осям X и Y , носит монотонный характер.

Систему координат совмещали с направлением максимальных деформаций выделенного элемента, т.е. после каждой стадии деформирования система координат совпадала с осями эллипса или эллипсоида, что удовлетворяло требованию главной системы координат, на что не влияет поворот данной системы в процессе деформации.

Деформация определялась в логарифмическом виде:

$$\varepsilon_x = \ln \frac{l}{l_0}, \quad \varepsilon_y = \ln \frac{h}{h_0}, \quad \varepsilon_z = -(\varepsilon_x + \varepsilon_y),$$

где l_0 , h_0 и l , h — начальные и конечные размеры данного элемента.

При выборе функциональной зависимости между конечными деформациями и напряжениями нами были использованы соотношения Г.Генки [4]:

$$X_x = K\Delta + \frac{2}{3\varphi} \left[\varepsilon_{xx} - \frac{\varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz}}{2} \right],$$

$$Y_y = K\Delta + \frac{2}{3\varphi} \left[\varepsilon_{yy} - \frac{\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{zz}}{2} \right],$$

$$Z_z = K\Delta + \frac{2}{3\varphi} \left[\varepsilon_{zz} - \frac{\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}}{2} \right],$$

$$Y_z = \frac{1}{2\varphi} \varepsilon_{yz}, \quad X_z = \frac{1}{2\varphi} \varepsilon_{xz}, \quad X_y = \frac{1}{2\varphi} \varepsilon_{xy},$$

где K - величина, характерная для данного материала и мало изменяющаяся при пластической деформации;

$$\Delta = \varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz},$$

φ - некоторая переменная величина, связанная с модулем сдвига и зависящая от координат $\varphi = f(x, y, z)$,

$\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}, \varepsilon_{yz}, \varepsilon_{xz}, \varepsilon_{xy}$ - компоненты пластической деформации;

$X_x, Y_y, Z_z, Y_z, X_z, X_y$ - компоненты соответствующего напряженного состояния.

В силу условия постоянства объема $\Delta = 0$, т.е. $K\Delta = 0$. Кроме того, при главной системе координат:

$$X_x = \sigma_x, \quad Y_y = \sigma_y, \quad Z_z = \sigma_z, \quad Y_z = X_z = X_y = 0,$$

$$\varepsilon_{xx} = \varepsilon_x, \quad \varepsilon_{yy} = \varepsilon_y, \quad \varepsilon_{zz} = \varepsilon_z, \quad \varepsilon_{yz} = \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{xy} = 0.$$

Остается три уравнения с четырьмя неизвестными: тремя компонентами напряжений и переменной величиной φ , которая как функция координат требует определения в каждый конкретный момент деформации.

В качестве четвертого уравнения использовали известное условие пластичности Мизеса [4]:

$$(X_x - Y_y)^2 + (Y_y - Z_z)^2 + (Z_z - X_x)^2 + \sigma(Y_z^2 + X_z^2 + X_y^2) = 8K^2,$$

$$\text{где } K = \frac{\sigma_s}{2}.$$

Окончательно задача сводится к определению трех компонентов напряжений ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) по известным компонентам деформаций ($\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$).

По результатам эксперимента установлены величины деформаций в отдельных элементарных участках, расположенных в плоскости реза на разных этапах закручивания ($\alpha = 5^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$) и на их основании вычислены значения соответствующих напряжений.

Анализ результатов проведенного исследования указывает на неоднородный характер напряженно-деформированного состояния металла в очаге деформации, изменяющегося в процессе РЭЗ.

Для наглядности развития НДС металла в очаге деформации на рис. 1, 2 представлены кривые зависимости деформаций и напряжений от угла закручивания для элементарного участка, расположенного у кромки режущего инструмента.

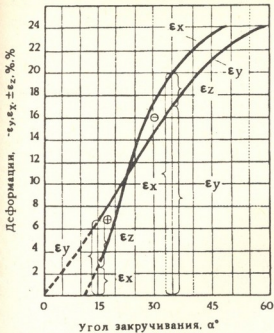


Рис.1. Кривые зависимости деформаций от угла закручивания для элементарного участка, расположенного у кромки режущего ножа

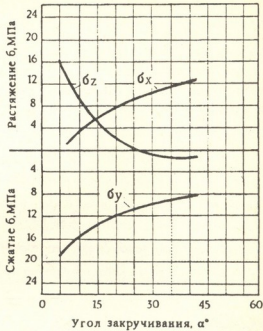


Рис.2. Кривые зависимости напряжений от угла закручивания для элементарного участка, расположенного у кромки режущего ножа

В начале закручивания, поскольку при РЭЗ деформирующее усилие на заготовку действует под определенным углом, оно имеет составляющее в нормальном и тангенциальном направлениях. Соответственно в приконтактной зоне возникают радиальное сжимающее σ_y и тангенциальное растягивающее σ_z напряжения. При этом почти отсутствует осевое напряжение σ_x , что объясняется взаимокомпенсирующим действием между растягивающими усилиями (от перемещения режущего ножа) и торможением (от сил трения на контактной поверхности). Следовательно, на данном этапе, т.е. в начале закручивания $\sigma_x < 0$, а $-\sigma_y \approx \sigma_z = \tau_s$, что соответствует условию чистого сдвига, при этом касательное напряжение достигает своего максимального значения:

$$\tau_{\max} = \tau_s = \frac{\sigma_T}{2},$$

создавая условия для разрушения со сдвигом.

В дальнейшем появляется осевое напряжение σ_x , напряжение σ_z резко уменьшается и при $\sigma_z = 0$ вновь создается благоприятное для сдвига условие $-\sigma_y \approx \sigma_x$.

При дальнейшем увеличении угла закручивания, σ_z меняет знак, уменьшается σ_y , а σ_x заметно возрастает. НДС в очаге деформации принимает объемный характер, касательное напряжение уменьшается,



затрудняется пластическая деформация, доминирующим становятся растягивающие напряжения и тем самым создаются благоприятные условия для хрупкого разрушения.

Несмотря на то, что исследования НДС проводились на свинцовых образцах, полученные результаты весьма интересны и дают определенное представление о качественной картине развития деформации и напряжений при РЭЗ.

Грузинский технический университет

(Поступило 5.10.1993)

მეტალურგია

ზ.ლომსადე, ჯ.ლომსადე

ლითონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის
გამოკვლევა ექსცენტრული შემოგრებებით ჭრის დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულია მრგვალი ნაგლინის ექსცენტრული შემოგრებებით ჭრის პროცესში დეფორმაციის კერის ფორმაცვლილება და მასში აღძრული ძაბვები.

ნაჩვენებია, რომ ჭრის პროცესში ლითონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა არაერთგვაროვან ხასიათს ატარებს და იცვლება შემოგრების კუთხის ზრდასთან ერთად.

METALLURGY

Z. Lomsadze, J. Lomsadze

Investigation of Stress-Strain State of Metal During the Shearing with Eccentric Twisting

Summary

Shaping of deformation area and stress condition in it during shearing with eccentric twisting is considered. It is proved that during shearing stress-strain condition has a nonhomogeneous character and it changes with an increase of twisting process.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *З.Дж.Ломсадзе, Дж.М.Ломсадзе, Т.М.Сулухия, Р.Е.Ломидзе.* Труды ГПИ, №10 (339), Тбилиси, 1988, 22-25.
2. *З.Дж.Ломсадзе, А.А.Костава, Дж.М.Ломсадзе и др.* А.с. СССР, №1465195, Б.И., 10, 1989.
3. *З.Дж.Ломсадзе, Дж.М.Ломсадзе и др.* А.с. СССР, №1660866, БИ, 25, 1991.
4. *Г.А.Смирнов-Аляев, В.М.Розенберг.* Теория пластических деформаций металлов. М., 1956.
5. *Л.С.Лейбензон.* Курс теории упругости. М., 1947.

თ.ნამიეიშვილი

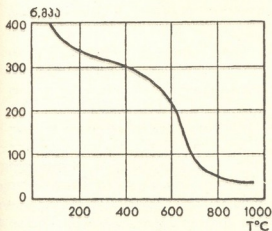
ტიტანის შენადნების ელექტროგლინვის პროცესის ენერგოძალოვანი პარამეტრების ექსპერიმენტული კვლევა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ცაგარეიშვილმა 2.11.1993)

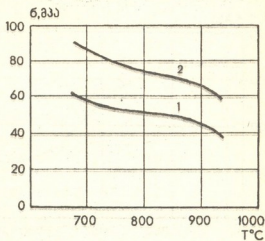
ელექტროგლინვის პროცესის სწორად წარმართვისათვის აუცილებელია დადგინდეს ენერგოძალოვანი და დანარჩენ ტექნოლოგიურ პარამეტრებს შორის ურთიერთკავშირი. ამ კავშირების დასადგენად ელექტროგლინვის დანადგარებზე „200“ და „260“ [1], ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტული კვლევა ელექტროკონტაქტური გახურების სხვადასხვა სქემების შემთხვევისათვის.

დანადგარ „200“-ზე ექსპერიმენტული კვლევისას ვგლინავდით ნამზადებს, ზომით $0,006 \times 0,022 \text{ მ}^2$ OT4 ტიტანის შენადნისაგან სქემით - კონტაქტი-კონტაქტი და $0,004 \times (0,007 + 0,014) \text{ მ}^2$ BT5 ტიტანის შენადნისაგან გლინი-გლინი სქემით. დანადგარ „260“-ზე სქემით კვარტო იგლინებოდა ნამზადები ტიტანის შენადნისაგან OT4 ზომებით $0,002 \times 0,45 \text{ მ}^2$ და ნამზადები შენადნისაგან BT5 ზომებით $0,0022 \times 0,048 \text{ მ}^2$ გახურების სქემით როგორც კონტაქტი-კონტაქტი, ასევე კომბინირებული სქემით კონტაქტი-კონტაქტი, გლინი-გლინი.

დანადგარ „200“-ზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევებისას საკონტაქტო წნევები, გლინვის მომენტი და სიმძლავრე გადაითვლებოდა ლითონის გლინებზე წნევების სიდიდებით, ხოლო დანადგარ „260“-ზე გლინებზე ლითონის წნევების სიდიდების ჩაწერასთან ერთად იზომებოდა შპინდელზე მგრეხავი მომენტების სიდიდეები.



ნახ.1. საკონტაქტო წნევების ტემპერატური-საგან დამოკიდებულება BT5 შენადნის ელექტროგლინვისას დანადგარ „200“-ზე $\epsilon = 30-40\%$ მოკიშვებისათვის



ნახ.2. საკონტაქტო წნევების ტემპერატური-საგან დამოკიდებულება OT4 შენადნის ელექტროგლინვისას დანადგარ „200“-ზე: 1 - $\epsilon = 45\%$, 2 - $\epsilon = 25\%$

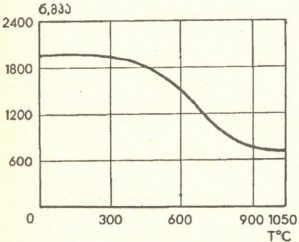
ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების საფუძველზე ქვემოთ მოყვანილია ენერგოდამოკიდებული პარამეტრების ტექნოლოგიური პარამეტრებისაგან დამოკიდებული მრუდების (სურ.1-4).

1, 2 სურათებზე მოცემულია დანადგარ „200“-ზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიღებული მრუდები. როგორც 1 სურათზე მოყვანილი მრუდების ანალიზი გვიჩვენებს, საკონტაქტო წნევები ოთახის ტემპერატურიდან 400-500°C-მდე BT5 შენადნის ელექტროგლინივისას მცირდება შედარებით მდორედ. ხოლო 500°C-ზე ზევით 750-800°C-მდე ადგილი აქვს ლითონის დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობის უნარის ინტენსიურ კლებას. ასე მაგალითად, თუ ტემპერატურულ დიაპაზონში 0-500°C-მდე წნევები მცირდება 25-30%-ით, ტემპერატურულ დიაპაზონში 500-750°C-მდე ეს სიდიდე შეადგენს 70%-ს. 800°C-ის ზევით ლითონის პლასტიკური დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობის უნარი იცვლება უმნიშვნელოდ, ამ დროს საკონტაქტო წნევები იცვლება 70-დან 60 მპა-მდე. ზემოთ მოყვანილიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტიტანის შენადნების პლასტიკური დეფორმაციისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელია 800°C ზევით გლინვა. რაც შეეხება ტემპერატურის ზედა ზღვარს, იგი ტიტანის შენადნებისათვის განპირობებულია ფაზური გარდაქმნის ტემპერატურით და შეადგენს 900-940°C. ამრიგად, ტიტანის შენადნების ცხლად პლასტიკური დეფორმაციის ოპტიმალურ ტემპერატურულ დიაპაზონად შეიძლება ჩაითვალოს 850-930°C.

2 სურათზე მოყვანილია OT4 შენადნის ნამზადების ელექტროგლინივისას მიღებული კვლევების შედეგები. ელექტროგლინვა ხორციელდებოდა ნამზადის კონტაქტ-კონტაქტი სქემით გახურებით და გლინი-გლინი სისტემით დეფორმაციის კერაში თბური დანაკარგების კომპენსაციით. როგორც მოყვანილი მრუდების ანალიზი გვიჩვენებს განსაზღვრული მოჭიმვისათვის, რომელთა სიდიდე მერყეობს 35-45%-ის ფარგლებში, ტემპერატურის ზრდისას 700-დან 900°C-მდე საკონტაქტო წნევების სიდიდეები უმნიშვნელოდ მცირდება და არ აღემატება 17%-ს. მოჭიმვების ზრდა იწვევს წნევების შემცირების ინტენსიურ ზრდას. საჭიროა აღინიშნოს, რომ საკონტაქტო წნევების მინიმალური სიდიდე - 30-60 მპა, ელექტროგლინივის

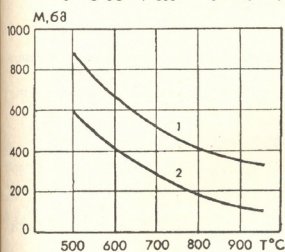
ტემპერატურულ დიაპაზონში 800-930°C, მიიღწევა დეფორმაციის სიჩქარის 10^{-2} წმ⁻¹ მინიმალური მნიშვნელობისას. წნეები დამუშავების პროცესის ასეთი პირობები ტიტანის შენადნისათვის ეთანადება მათ ზეპლასტიკურ პირობებს [2].

ნამზადის ტემპერატურასა და საკონტაქტო წნევებს შორის ანალოგიური დამოკიდებულებაა მიღებული OT4 შენადნისაგან დამზადებული $2 \times 50 \cdot 10^{-6}$ მ² კვეთის ელექტროგლინივისას კონტაქტი-კონტაქტი სქემით „260“ დანადგარზე. ასეთი სქემით გლინივისას დეფორმაციის კერის გამოსასვლელზე ნამზადის ტემპერატურა საგრძნობლად ეცემა. გან-



ნახ.3. საკონტაქტო წნევების ტემპერატურისაგან დამოკიდებულება OT4 შენადნის ელექტროგლინივისას დანადგარ „260“-ზე $\epsilon=40\%$ მოჭიმვისას

სახილველ შემთხვევაში ტემპერატურა 900-1000°C ეცემა 250-300°C-მდე ლეფორმაციის კერის გამოსასვლელზე. ამრიგად, ასეთი სქემით ელექტროგლინვისას ფაქტიურად ადგილი აქვს თბილ გლინვას. სწორედ ასეთი თბური რეჟიმის შედეგია ის, რომ მიუხედავად საკმაოდ მაღალი საშუალო ტემპერატურისა, დაახლოებით 750°C, საკონტაქტო წნევები საკმაოდ მაღალია და აღწევს 700 მპა-ს.



ნახ.4. დანადგარ „200“-ის შპინდელზე მგრეხავი მომენტების ტემპერატურისაგან დამოკიდებულება OT4 შენადნის ელექტროგლინვისას: 1 - $\epsilon=45\%$, 2 - $\epsilon=25\%$.

მგრეხავი მომენტის სიდიდეს, ტემპერატურულ დიაპაზონში 800°C-დან 950°C-მდე, იგი თითქმის არ იცვლება და კარგად ეთანადება საკონტაქტო ძაბვების ცვლილების ხასიათს იმავე ტემპერატურულ დიაპაზონში.

4 სურათზე წარმოდგენილია ამძრავის შპინდელზე მგრეხავი მომენტების ნამზადის ტემპერატურისაგან დამოკიდებულება 25 და 45%-იანი მოქიშვებისათვის. როგორც სურათიდან ჩანს, ეს დამოკიდებულებები ტემპერატურის განსახილველ დიაპაზონში ატარებენ დაახლოებით წრფივ ხასიათს. მგრეხავი მომენტის შემცირება ძირითადად გამოწვეულია საკონტაქტო ძაბვებზე ტემპერატურის ზეგავლენით. ასე მაგალითად, ტემპერატურულ დიაპაზონში 500°C-დან 800°C-მდე მგრეხავი მომენტის სიდიდე პროცენტულად მცირდება დაახლოებით 50%-ით. პროცენტულად ასეთივე სიდიდით მცირდება საკონტაქტო ძაბვების სიდიდე. რაც შეეხება

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
 ფ. თავაძის სახ. მეტალურგიის ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 18.11.1993)

МЕТАЛЛУРГИЯ

Т.Г.Намичеишвили

Экспериментальное исследование энергосиловых параметров процесса электропрокатки титановых сплавов

Резюме

В работе представлены результаты экспериментальных исследований энергосиловых параметров нового, перспективного процесса обработки металлов давлением – электропрокатки. Приведены новые, оригинальные результаты влияния тепловых режимов на энергосиловые параметры при электропрокатке титановых сплавов.

T. Namicheishvili

Experimental Investigation of Power Parameters of Titanium Alloys Electric Rolling Processes

Summary

The work deals with the results of experimental investigations on power parameters of new perspective methods for metall processing under pressure-electric rolling.

New original results of influence of temperature regimes on titanium alloys electric rolling processes are brought.

წიგნობრატშრა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Т.Г.Намичеишвили, А.Д.Нозадзе, С.Г.Прозоров.* Тез. докл. XXII науч.-техн. конф. проф-препод. состава ВТУЗов Закавказья. Тбилиси, 1984.
2. *Дж.Лидер, П. Блекинсон, Д. Нил.* Тез. докл. 3-й международной конф. по титану. М., 1976.

ვ.ქაშიაშვილი, რ.ქაშიაშვილი

წყალსაცავით გამოწვეული დატბორვის ზარალის დადგენის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.სეანიძემ 12.9.1993)

წყალსაცავიანი ჰიდროელექტროსადგური (ჰესი) ენერგოსისტემის აუცილებელი კომპონენტია, რადგან მასავით ეკონომიურად არცერთ სხვა ტიპის ენერჯის წყაროს არ ძალუძს დარეგულირებელი ელექტრული ენერჯით დატვირთვის გრაფიკის პიკური ნაწილის დაფარვა. მაგრამ ასეთი ჰესები გარკვეულ ზარალს აყენებენ გარემოს, სოფლის მეურნეობის სავარგულებით დაკავებულ და ტყით დაფარული მიწების დატბორვის გამო.

ყოფილ საბჭოთა კავშირში მიწის ღირებულება არ გააჩნდა, არც მასზე მოყვანილი პროდუქტია და ტყეები იყო სრულად შეფასებული საერთაშორისო სტანდარტებითა და ფასების დაცვით. ამიტომ, ბუნებრივია, ადრე წყალსაცავიანი ჰესების დაპროექტებისას, მიწების დატბორვით მიყენებულ მატერიალურ ზარალს „სიმცირის“ გამო ჭეროვანი ყურადღება არ ექცეოდა.

1992 წლიდან ჩვენს რესპუბლიკაში დაწყებულმა მიწის პრივატიზაციამ და საბაზრო ეკონომიკაზე თანდათანობითმა გადასვლამ, დღის წესრიგში დააყენა საკითხისადმი სხვაგვარი მიდგომა. კერძოდ, აქტუალური გახადა დატბორვით გამოწვეული მატერიალური ზარალის სათანადო შეფასება და ჰესების ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე მისი გავლენის გამოკვლევა-გათვალისწინება.

დატბორვით გამოწვეული ზარალი შესაძლებელია დაიყოს სამ ნაწილად:

1) დატბორვილი მიწების ღირებულებად, რომელიც უნდა გათვალისწინდეს ჰესის კაპიტალდაზანდებაში;

2) დატბორვილ სოფლის მეურნეობის სავარგულებზე მოყვანილი პროდუქტის ღირებულებად;

3) დატბორვილი ტყის სანაცვლოდ, სხვა მიწაზე ადეკვატურის განაშენიანება-მოვლასთან დაკავშირებულ თანხებად. ორი უკანასკნელი უნდა გათვალისწინდეს ყოველწლიურ საექსპლოატაციო დანახარჯებში.

მიწების ღირებულების დასადგენად ვისარგებლეთ საქართველოს სახნავი და სათიბი მიწების 1991 წლის ფასებში გამოსახული ხვედრითი ღირებულების ნორმატივებით, რომლებიც მთავრობის მიერ 21.06.1991 წ. № 31 დადგენილებითაა დამტკიცებული. მრავალწლიანი ნარგავებით დაკავებული მიწის ხვედრითი ღირებულების დასადგენად რეკომენდებულია სახნავი მიწის ხვედრითი ღირებულების გამრავლება შესაბამისი რეგიონისათვის ნორმატივით გათვალისწინებულ კოეფიციენტზე. რაც შეეხება ტყით დაფარული მიწის ხვედრით ღირებულებას, იგი, ყოველგვარი დიფერენციაციის გარეშე, ყველა რაიონისათვის ერთი და იგივე სიდიდითაა წარმოდგენილი. აღნიშნულ და სხვა ხარვეზების მიუხედავად, მიწების ღირებულებათა ნორმატივების დადგენის ეს პირველი მცდელობა საგულისხმოა და წარმატებით შეიძლება მათი გამოყენება საორიენტაციო მიახლოებით გაანგარიშებებში.

№	დასახელება	პესები				საშუა- ლოდ
		ენგურის	ჟინვალის	ტყიბულის	შაორის	
1.	სახნავი მიწები ფართი (ჰ)	66	110	15,5	9,1	50,2
	ხვედრითი ღირებულება $\left(\frac{\text{ათ. მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	110	90	90	100	97,6
	საერთო ღირებულება (მლნ. მან.)	7,3	9,9	1,4	0,9	4,9
2.	სათიბი მიწები ფართი (ჰ)	81	352	636	483	388
	ხვედრითი ღირებულება $\left(\frac{\text{ათ. მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	40,7	37,4	30	32,4	33
	საერთო ღირებულება (მლნ. მან.)	3,3	13,1	19,1	15,6	12,8
3.	მრავალწლიანი ნარგავები ფართი (ჰ)	20	66	-	-	43
	ხვედრითი ღირებულება $\left(\frac{\text{ათ. მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	390	270	-	-	297
	საერთო ღირებულება (მლნ. მან.)	7,8	17,8	-	-	12,8
4.	ტყეები ფართი (ჰ)	1183	572	448	808	753
	ხვედრითი ღირებულება $\left(\frac{\text{ათ. მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
	ღირებულება (მლნ. მან.)	13,5	6,5	5,1	9,2	8,6
	სულ დატბორვილი მიწები საერთო ღირებულება (მლნ. მან.) ფართი (ჰ)	32 1350	47 1100	26 1100	26 1300	33 1212
	ხვედრითი ღირებულება $\left(\frac{\text{ათ. მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	23,7	42,7	23,6	20,0	27,4

ზემოაღნიშნულ ნორმატივებზე დაყრდნობით განვსაზღვრეთ დატბორვილი სამი სახის სოფლის მეურნეობის სავარგულებით დაკავებული და ტყით დაფარული მიწების ღირებულება შემდეგი გამოსახულებით:

$$K_{\text{დატ}} = \sum_{i=1}^4 a_i F_i = aF \quad (1)$$

აქ:

$$a_i \text{ დატბორვილი მიწის ხვედრითი ღირებულებაა } \left(\frac{\text{ათ. მან.}}{\text{ჰა}}\right);$$

F_i - დატბორვილი მიწის შესაბამისი ფართობია (ჰა), რომელთა ჯამი, ვაკე რელიეფის შემთხვევაში, წყალსაცავის სარკის F ზედაპირზე ნაკლებია მის საზღვრებში მოხვედრილი მდინარის კალაპოტის ფართობით. ჩვენ მთაგორიან პირობებში იგი F -ის ტოლად მივიჩნით;

a წყალსაცავით დატბორვილი ყველა მიწის ხვედრითი ღირებულებათა საშუალო მნიშვნელობაა $\left(\frac{\text{ათ. მან.}}{3a}\right)$.

რესპუბლიკაში მოქმედ ოთხწყალსაცავიანი ჰესის მიერ დატბორვილი მიწების ღირებულებათა გაანგარიშების შედეგები თავმოყრილია 1 ცხრილში.

ცხრილის მონაცემების ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ სხვადასხვა ჰესების წყალსაცავებით დატბორვილი მიწების a ხვედრითი ღირებულება საშუალო სიდიდის მიმართ (27.4 ათ. მან./ჰა), იცვლება შედარებით ვიწრო ფარგლებში. ეს ვითარება უფლებას გვაძლევს ახალი წყალსაცავიანი ჰესის დაპროექტების ადრეულ ეტაპზე $a_{სა}$ გამოვიყენოთ დატბორვით მიყენებულ $K_{საბ}$ სავარაუდო ზარალის განსასაზღვრავად.

ინტერესს იწვევს $K_{საბ}$ დატბორვით გამოწვეული ზარალის შედარება ჰესის $K_{შშ}$ მშენებლობის კაპიტალურ დაბანდებასთან. სიმარტივისათვის ეს უკანასკნელი დავუკავშიროთ წყალსაცავის შეტბორვის $h_{შ}$ დონეს და მის პროპორციულად გავანწილოთ.

$$K_{შშ} = bh_{შ} \quad (2)$$

სადაც b შეტბორვის დონის ერთეულზე მოსული ჰესის მშენებლობის კაპიტალდაბანდება; დატბორვით გამოწვეული ზარალის გათვალისწინების შედეგად ჰესის სრული კაპიტალური დაბანდება (1)-ის და (2)-ის გამსწარმოადგენს

$$K = K_{საბ} + K_{შშ} = aF_{საბ} + bh_{შ} \dots \quad (3)$$

2 ცხრილში მოყვანილია $K_{საბ}$, $K_{შშ}$ და მათი ფართობის მონაცემები

ც ხ რ ი ლ ი 2

№	დასახელება	ჰესები				საშუალო
		ენგურის	ენეალის	ტყიბულის	შაორის	
1.	მშენებლობის კაპიტალდაბანდება $K_{შშ}$ (მლნ. მან.)	1450 *	216 **)	66	49	445
2.	წყალსაცავის შეტბორვის დონე $h_{შ}$ (მ)	230	94	38	13,	94
3.	მშენებლობის ხვედრითი კაპიტალდაბანდება $b \left(\frac{\text{მლნ. მან.}}{ა}\right)$	6,3	2,3	1,7	3,8	4,75
4.	დატბორვით გამოწვეული ზარალი $K_{საბ}$ (მლნ. მან.)	32	47	26	26	33
5.	$K_{საბ}/K_{შშ}$ (%)	2,2	21,7	39,5	53,1	7,4

ცხრილის მონაცემების ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ სხვადასხვა ჰესების წყალსაცავების დატბორვით გამოწვეული ზარალის ფარდობა მშენებლობის კაპიტალდაბანდებასთან ფართო დიაპაზონში მერყეობს და იგი ჰესის სიმძლავრის ერთეულზე მოსული დატბორვის ზარალის ზრდასთან ერთად იზრდება. ამის გარდა, ენგურჰესისათვის $K_{საბ}/K_{შშ}$ ფარდობის თვალსისაცემი სიმცირე, მის გაჭიანურებულ მშენებლობასთან დაკავშირებულ დამატებით გაზრდილი კაპიტალდაბანდებით შეიძლება აიხსნას.

შენიშვნა: *) - არ მოიცავს ვარდნილჰესების წილ კაპიტალურ დაბანდებებს;

***) - ნაჩვენებია მხოლოდ ენერგეტიკაზე მოსული კაპიტალური დაბანდება.

№	დასახელება	ადმინის- ტრაქციუ- ლი რაიონი	დაკავებუ- ლი ფარ- ობი (3)	საშუალო მოსავალი (ტონა/3)	ს/მ პროდუქ- ციის შესასყიდი ფასი (მან/ტონა)	ხელყოფილი შემოსავალი (ათ.მან)
1**)	ენგურჰესი					
2**)	სიმინდი	წალენჯიხა *)	66	2,8	370	68,4
3**)	თივა	"-	54	3,0	85	3,8
4**)	თივა	მესტია *)	27	2,4	85	6,5
5**)	ხეხილი	წალენჯიხა	20	1,7	500	17,0
6	ტყე $\left(\frac{\text{მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	"-	788	-	200	157,6
7	ტყე $\left(\frac{\text{მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	მესტია	395	-	200	79,0
	სულ ყოველ- წლიური დანახარჯები $H_{\text{დახ}}$	-	-	-	-	342
1	ენგურჰესი					
2	ხორბალი	დუშეთი	110	2,2	593	143,5
3	თივა	"-	352	1,2	85	359
4	ხეხილი	"-	36	1,6	500	38,8
5	ტყე $\left(\frac{\text{მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	"-	572	-	200	114,4
	სულ ყოველ- წლიური დანახარჯები $H_{\text{დახ}}$	-	-	-	-	370
1	ტყიბულჰესი					
2	სიმინდი	ტყიბული	15,5	2,3	370	13,2
3	თივა	"-	636,5	2,5	85	135,0
4	ხეხილი	"-	-	-	-	-
5	ტყე $\left(\frac{\text{მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	"-	448	-	200	89,6
	სულ ყოველ- წლიური დანახარჯები $H_{\text{დახ}}$	-	-	-	-	238
1	შაორჰესი					
2	სიმინდი	ამბრილა- ური	9,1	1,5	370	5,1
3	თივა	"-	482,9	1,5	85	61,6
4	ხეხილი	"-	-	-	-	-
5	ტყე $\left(\frac{\text{მან.}}{\text{ჰა}}\right)$	"-	808	-	200	161,6
	სულ ყოველ- წლიური დანახარჯები $H_{\text{დახ}}$	-	-	-	-	228

შენიშვნა: *) - ენგურჰესის წყალსაცავი განლაგებულია წალენჯიხისა (F ფართობის 2/3 ნაწილი) და მესტიის რაიონებში;

***) - ცხრილის პირველი გრაფის 1,2,3 პუნქტები შეესაბამებთან სათანადოდ სახნავ, სათიბ და მრავალწლიან ნარგავებთან მიწებზე მოყვანილ სოფლის მეურნეობის კულტურებს.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ჰესის საექსპლუატაციო დანახარებებში უნდა აღინიშნოს მიწების დატბორვის ის $I_{\text{დატ}}$ ყოველწლიური დანახარებები, რომლებიც დაკავშირებულია:

1) დატბორვილი ტყეების მაგივრად მათი ეკვივალენტურის, სხვა მიწაზე განაშენიანება-მოვლასთან;

2) იმ შემოსავლის ხელყოფასთან, რომელსაც მიწების დატბორვამდე იღებდნენ სოფლის მეურნეობის სავარგულეებზე მოყვანილ ერთწლიან და მრავალწლიანი კულტურების პროდუქციის რეალიზაციის შედეგად.

$I_{\text{დატ}}$ დანახარებების განსასაზღვრავად გამოვიყენეთ რესპუბლიკაში მოქმედი ჰესების წყალსაცავებით დატბორილ რაიონებში უპირატესად გავრცელებული სოფლის მეურნეობის კულტურების დაკავებული ფართის, საშუალო მოსავლის და პროდუქციის შესასყიდი ფასების მონაცემები (ცხრილი 3).

ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ რესპუბლიკაში მოქმედი წყალსაცავიანი ჰესების დატბორვის საექსპლუატაციო დანახარებები იცვლება 228-370 ათასი მანეთის ფარგლებში, რაც საშუალოდ 295 ათას მანეთს შეადგენს წელიწადში. იგი ენგურისა და შორის ჰესებისათვის ძირითადად, ხოლო ჟინვალჰესისათვის ნაწილობრივ, ტყის გაშენება-მოვლასთანაა დაკავშირებული. ტყიბულჰესისათვის თივის დამზადება, ჟინვალჰესისათვის ხორბლის მოყვანა, ხოლო ენგურჰესისათვის სიმინდის მოყვანა იმ $I_{\text{დატ}}$ საექსპლუატაციო დანახარებების განმსაზღვრელია, რომლებიც სასოფლო მეურნეობის შესაბამისი პროდუქციის რეალიზაციით მიღებული შემოსავლის ხელყოფამ განაპირობა მიწების დატბორვის გამო.

ბოლოს, განვიხილოთ ის რაოდენობრივი გავლენა, რომელსაც საექსპლუატაციო ხარჯების გათვალისწინება მოახდენს წყალსაცავიან ჰესებზე გამომუშავებულ ელექტროენერჯის N თვითღირებულების გაზრდაზე.

როგორც ცნობილია, I საექსპლუატაციო დანახარებები განისაზღვრება რიგ შესაქრებთა ჯამის სახით, რომელთა შორის სიდიდით გამოირჩევიან: I_0 , საამორტიზაციო; I_n , მიმდინარე რემონტის და $I_{\text{დატ}}$, მომსახურე პერსონალის ხელფასის საექსპლუატაციო დანახარებები. სამივე ერთად შეადგენს I -ს 80-85%, ყველა დანარჩენზე- $I_{\text{დატ}}$ კი მოდის მხოლოდ 15-20%. მიახლოებით, ყველა მათგანი შესაძლებელია გამოისახოს K კაპიტალდაბანდების მეშვეობით. ვვაქვს

$$I = I_0 + I_n + I_{\text{დატ}} + I_{\text{დატ}} = p_0 K + p_n K + p_{\text{დატ}} K + p_{\text{დატ}} K = (p_0 + p_n + p_{\text{დატ}} + p_{\text{დატ}}) K = p_K \quad (4)$$

სადა: p_0 , p_n , $p_{\text{დატ}}$, $p_{\text{დატ}}$ შესაბამისი დასახელების საექსპლუატაციო დანახარების პროცენტებია კაპიტალდაბანდებთან მიმართებაში; p საპროცენტო კოეფიციენტების ჯამია.

საქართველოს ენერგეტიკისა და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ინსტიტუტის მონაცემების თანახმად, ჩვენი რესპუბლიკის ჰესებისათვის რეკომენდებულია საპროცენტო კოეფიციენტთა შემდეგი მნიშვნელობები: $p_0=0,35$; $p_n=0,25$; $p_{\text{დატ}}=0,20$, რომელთა ჯამი K -ს სამ პროცენტს არ აღემატება.

რესპუბლიკაში მოქმედი წყალსაცავიანი ჰესების I საექსპლუატაციო დანახარებები ქვემოთ განსაზღვრულია ორ ვარიანტად:

1) $I_{\text{დატ}}$ დატბორვის დანახარებების გათვალისწინებლად, მე-(4)-ს საფუძველზე, როცა $p=0,03$;

2) $I_{\text{დატ}}$ დატბორვის დანახარების გათვალისწინებით $I=0,03K + I_{\text{დატ}}$ გამოსახულების საფუძველზე.

გამომუშავებული ელექტროენერჯია განსაზღვრულია გამოსახულებით:

$$\mathcal{D} = A(h_{\text{დრ}} + h_{\text{ფ}})W,$$

სადაც W წყალსაცავის მოცულობაა (მლნ.მ³), $h_{\text{დრ}}$ - დერივაციით მიღებული დაწნევა (მ), A კოეფიციენტი, რომელიც მ³ წყლისგან მიღებულ კვტ.სთ ელექტროენერგიას განსაზღვრავს ჰესის $\eta=0,9$ მ.ქ.კოეფიციენტის შემთხვევაში. გაანგარიშებების შედეგები თავმოყრილია 4 ცხრილში.

ცხრილი 4

№	დასახელება	ჰესები				საშუალოდ
		ენგურის	ჟინვალის	ტყიბულის	შაორის	
1	კაპიტალდაზღვევა, $K_{\text{დაზ}}$ გათვალისწინებლად (მლნ.მან)	1450	216	66	49	445
	კაპიტალდაზღვევა, $K_{\text{დაზ}}$ გათვალისწინებით (მლნ.მან)	1480	263	92	75	478
2	საექსპლუატაციო დანა- ხარჯები, $H_{\text{დაზ}}$ გათვალის- წინებლად (მლნ.მან)	43,5	6,48	1,98	1,47	13,35
	საექსპლუატაციო დანა- ხარჯები, $H_{\text{დაზ}}$ გათვალის-წინებით (მლნ.მან)	44,80	8,26	3,0	2,48	14,64
3	წყალსაცავის W მოცულობა (მლნ.მ ³)	1,100	500	72	90	440
4	ჰესის დერივაცია $h_{\text{დრ}}$ (მ) დაწნევა	95	34	255	465	212
5	A კოეფიციენტი (10^{-3})	12,4	7,81	6,65	3,21	9,66
6	ელექტროენერგიის გამო-მუშავება (მლნ.კვტ.სთ)	4,430	500	140	138	1,302
7	ელექტროენერგიის თვითღირებულება $H_{\text{დაზ}}$ გათვალისწინებლად $\left(\frac{\text{კაპ.}}{\text{კვტ.სთ.}} \right)$	0,98	1,30	1,41	1,06	1,02
	ელექტროენერგიის თვითღირებულება $H_{\text{დაზ}}$ გათვალისწინებით $\left(\frac{\text{კაპ.}}{\text{კვტ.სთ.}} \right)$	1,01	1,65	2,14	1,78	1,12
8	ენერგიის თვითღირებუ- ლებათა სხვაობა $\left(\frac{\text{კაპ.}}{\text{კვტ.სთ.}} \right)$	0,03	0,35	0,73	0,72	0,10
	პროცენტებში (%)	3,1	26,9	54,7	68,0	10

ცხრილის მონაცემების ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ დატბორვით გამოწვეული ზარალის გათვალისწინება ჰესის კაპიტალურ დაბანდებას ზრდის საშუალოდ 7,4%-ით, ხოლო საექსპლუატაციო დანახარჯებს - 9,7%-ით. შედეგად, ელექტროენერჯიის თვითღირებულება გაიზრდება 3,1-68%-ის ფარგლებში, რაც საშუალოდ 10% შეადგენს.

ცალკეული ჰესის ენერჯიის თვითღირებულება კი მით მეტად გაიზრდება, რაც მეტი აღმოჩნდება წარმოებული ელექტროენერჯიის ერთეულზე მოსული დატბორვით გამოწვეული ზარალი.

ამრიგად, წყალსაცავიანი ჰესების დაპროექტების შემთხვევაში აუცილებლად მიგვაჩნია დატბორვით გამოწვეული მატერიალური ზარალის გათვალისწინება კაპიტალდაბანდებასა და საექსპლუატაციო დანახარჯებში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ენერჯეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 20.9.1993)

ЭНЕРГЕТИКА

В.Кашакашвили, Р.Кашакашвили

К вопросу установления ущерба, приносимого затоплением водохранилища

Резюме

В статье, впервые в Республике, предлагается метод оценки и определения стоимости затопленных земель и выращенной на них с/х продукции. Первое учитывается в капиталовложениях ГЭС, а второе - в ежегодных эксплуатационных издержках.

На примере действующих в Грузии ГЭС с водохранилищами в статье показано, что учет ущерба, вызванного затоплением водохранилищ, вызывает рост себестоимости электроэнергии в среднем на 10%.

POWER ENGINEERING

V.Kashakashvili, R.Kashakashvili

To the Problem of Loss after the Reservoir Flooding

Summary

The method of the cost of flooding lands and the production grown on them is estimated. The loss after reservoir flooding causes 10% increase of energy cost in average.

УДК 681.142.35

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

И.С.Микадзе, Р.В.Какубава, Н.Ф.Чамчев

Очереди в системах с накапливающимися отказами и эрланговским входящим потоком

(Представлено академиком И.Т.Кигурадзе 20.12.93)

В систему обслуживания (СО) поступает эрланговский поток требований порядка l ; параметр потока — λ .

Длины требований, измеряемые в некоторых условных единицах, являются одинаково распределенными случайными величинами (с.в.) с функцией распределения (ф.р.) $B(u)$. СО может находиться в одном из работоспособных состояний i ($i=\overline{0, m-1}$); состояние i указывает на количество накопленных отказов; переходы состояния i на $i+1$ осуществляются с интенсивностью α ; восстановление начинается после наступления m -го отказа; время восстановления является с.в. с ф.р. $G(u)$. Обслуживание очередного требования начинается сразу, если СО находится в любом работоспособном состоянии; требования покидают систему полностью обслуженные; время ожидания и длина очереди в системе не ограничиваются.

Как в начале, так и в конце обслуживания каждого требования СО может находиться в одном из $i=\overline{0, m-1}$ работоспособных состояний. Для описания системы введем следующие обозначения: 1) $H_j(u)$ — вероятность события — {время обслуживания требования меньше u ; в момент окончания обслуживания СО находится в состоянии j } при условии, что в момент начала обслуживания СО находилась в состоянии i ; 2) $R_i^{(k)}(t)$ ($k=\overline{0, l-1}$) — вероятность события — {в момент времени t в системе нет требований, СО находится в состоянии i ; требование, которое должно поступить в систему, прошло k фаз эрланговской схемы поступления}; 3) $r_j^{(k)}(t, u)du$ ($k=\overline{0, \infty}$) — вероятность события — {в момент t СО восстанавливается; время, уже затраченное на восстановление, $\xi \in (u, u+du)$; общее количество фаз, пройденных всеми требованиями, находящимися в системе, а также следующего за ними требования равно k } при условии, что в момент начала восстановления СО в системе не было требований, а поступающее требование к этому моменту прошло j фаз ($j=\overline{0, l-1}$); 4) $p_i^{(k)}(t, u)du$ ($k=\overline{1, \infty}$) — вероятность события — {в момент времени t одно требование обслуживается; время прошедшего обслуживания $\xi \in (u, u+du)$; общее количество фаз, пройденных всеми требованиями, находящимися в системе, а также следующего за ними требования равно k } при

условии, что в начале обслуживания СО находилась в состоянии i .
Обозначим далее

$$h_{ij}(u) = H'_{ij}(u), H_i(u) \sum_{j=0}^{m-1} H_{ij}(u), h_i(u) = H'_i(u), g(u) = G'(u)$$

$$r_{ij}(u) = h_{ij}(u) / [I - H_i(u)], r_i(u) \sum_{j=0}^{m-1} r_{ij}(u), \mu(u) = G'(u) / [I - G(u)].$$

Очевидно, что выполняется условие

$$\sum_{k=0}^{l-1} \sum_{i=0}^{m-1} R_i^{(k)}(t) + \sum_{k=0}^{\infty} r^{(k)}(t) + \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{i=1}^{\infty} P_i^{(k)}(t) = 1; r^{(\eta)}(t) = \sum_{v=l\eta}^{l(\eta+1)-1} r^{(v)}(t);$$

$$P_i^{(\eta)}(t) = \sum_{v=l\eta}^{l(\eta+1)-1} r^{(v)}(t); r^{(k)}(t, u) = \sum_{j=0}^{l-1} r_j^{(k)}(t, u).$$

Здесь v и η – общее количество фаз и количество требований в системе в момент t соответственно.

Относительно введенных вероятностей составляются системы интегро-дифференциальных уравнений [1-3].

$$\begin{aligned} dR_i^{(k)}(t)/dt = & -(\alpha + l\lambda)R_i^{(k)}(t) + \sum_{v=0}^{m-1} \int_0^t P_v^{(k+1)}(t, u) r_v(u) du + \\ & + \delta_{i_0} \int_0^t r^{(k)}(t, u) \mu(u) du + (I - \delta_{k_0}) l \lambda R_i^{(k-1)}(t) + \\ & + (I - \delta_{i_0}) \alpha R_{i-1}^{(k)}(t), \quad k = \overline{0, l-1}, i = \overline{0, m-1}; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\partial r_j^{(k)}(t, u) / \partial t + \partial r_j^{(k)}(t, u) / \partial u = -(l\lambda + \mu(u)) r_j^{(k)}(t, u) + (I - \delta_{k_0}) l \lambda r_j^{(k-1)}(t, u), \quad (2)$$

$$r_j^{(k)}(t, u) = \sum_{j=0}^{l-1} r_j^{(k)}(t, u) \delta_{j \leq k}, \quad j = \overline{0, l-1}, k = \overline{0, \infty},$$

$$\begin{aligned} \partial P_i^{(k)}(t, u) / \partial t + P_i^{(k)}(t, u) / \partial u = & -(l\lambda + r_i(u)) P_i^{(k-1)}(t, u) + \\ & + (I - \delta_{k_i}) l \lambda P_i^{(k-1)}(t, u); \quad k = \overline{l, \infty}, i = \overline{0, m-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь δ_j – символ Кронекера

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & \text{при } i = j; \\ 0 & \text{при } i \neq j; \end{cases} \quad \delta_{j \leq k} = \begin{cases} 1 & \text{при } j \leq k; \\ 0 & \text{при } j > k; \end{cases}$$

Исходя из вероятностных соображений, решение систем (2) и (3) можно представить в следующем виде [3]

$$r_j^{(k)}(t, u) = r^j(t-u, 0) (l\lambda u)^{kj} e^{-l\lambda u} G(u) \delta_{j < l} \delta_{j \leq k} / (k-j)! \quad (4)$$

$$k = \overline{0, \infty} \quad j = \overline{0, l-1}, \quad r_j^{(j)}(t-u, 0) = r^{(j)}(t-u, 0);$$

$$P_i^{(k)}(t, u) = \sum_{n=l}^k P_i^{(n)}(t-u, 0) [I - H_i(u)] (l\lambda u)^{k-n} e^{-l\lambda u} / (k-n)!, \quad k = \overline{l, \infty} \quad (5)$$

Соответственно

$$r(k)(t,u) = \sum_{j=0}^k r^j(t-u,0)(l\lambda u)^{kj}/(k-j)! e^{-l\lambda u} [1-G(u)] \delta_j < l, \quad k = \overline{0, \infty}. \quad (6)$$

Для граничных условий $r^{(k)}(t,0)$ и $P_i^{(k)}$ составляются соотношения:

$$P_i^{(k)}(t,0) = \sum_{v=0}^{m-1} \int_0^{\infty} P_v^{(l+k)}(t,u) r_{v1}(u) du + \delta_{i0} \int_0^{\infty} r^{(k)}(t,u) \mu(u) du + \delta_{kl} l \lambda R_i^{(l-1)}, \quad k = \overline{1, \infty}; \quad (7)$$

$$r_j^{(i)}(t,0) = r^{(j)}(t,0) = \alpha R_{m-1}^{(j)}(t) \delta_j < l. \quad (8)$$

Пусть в начальный момент СО находится в состоянии "0" и в системе нет требований, а поступающее требование находится в нулевой фазе, т.е. $R_0^{(0)}(0) = 1$; $R_i^{(k)}(0) = 0$, если $i \neq 0$ и $k \neq 0$.

С учетом (8), (6) можно записать в виде:

$$r^{(k)}(t,u) = \sum_{j=0}^k \alpha R_{m-1}^{(j)}(t-u) (l\lambda u)^{kj} e^{-l\lambda u} [1-G(u)] \delta_j < l / (k-j)!, \quad k = \overline{0, \infty}. \quad (9)$$

Умножив обе стороны (1) на x^k и просуммировав по k ($k = \overline{0, l-1}$), складывая с суммой, полученной от перемножения обеих сторон уравнений (7) на x^k ($k = \overline{1, \infty}$), получим

$$\begin{aligned} & \sum_{k=0}^{l-1} x^k dR_i^{(k)}(t)/dt + \sum_{k=l}^{\infty} x^k P_i^{(k)}(t,0) = -(\alpha + l\lambda) \cdot \sum_{k=0}^{l-1} x^k R_i^{(k)}(t) \quad (10) \\ & \sum_{v=0}^{m-1} \sum_{k=0}^{l-1} x^k \int_0^{\infty} P_v^{(k+l)}(t,u) r_{v1}(u) du + \sum_{v=0}^{m-1} \sum_{k=l}^{\infty} x^k \int_0^{\infty} P_v^{(l+k)}(t,u) r_{v1}(u) du + \\ & + \delta_{i0} \sum_{k=0}^{l-1} x^k \int_0^{\infty} r^{(k)}(t,u) \mu(u) du + \delta_{i0} \sum_{k=l}^{\infty} x^k \int_0^{\infty} r^{(k)}(t,u) \mu(u) du + \\ & + \sum_{k=0}^{l-1} x^k (1 - \delta_{k0}) l \lambda R_i^{(k-1)}(t) + \sum_{k=0}^{l-1} (1 - \delta_{i0}) x^k \alpha R_{i-1}^{(k)}(t) + \\ & + \sum_{k=l}^{\infty} \delta_{kl} x^k R_i^{(l-1)}(t) l \lambda, \quad i = \overline{0, m-1}. \end{aligned}$$

Здесь x – комплексное число ($|x| \leq l$). Введем производящие функции:

$$P_i(x,t,u) = \sum_{k=l}^{\infty} x^k P_i^{(k)}(t,u); \quad R_{m-1}(x,t) = \sum_{k=0}^{l-1} x^k R_{m-1}^{(k)}(t); \quad i = \overline{0, m-1}. \quad (11)$$

Нетрудно убедиться, что

$$r(x,t,u) = \sum_{k=0}^{\infty} x^k r^{(k)}(t,u) = \alpha [1-G(u)] \exp\{-l\lambda u\} R_{m-1}(x,t,u);$$

$$P_i(x,t,u)=[I-H_i(u)]e^{-l\lambda u(1-x)}P_i(x,t-u,0); \sum_{k=0}^{l-1} x^k P_v^{(k+1)}(t,u)+$$

$$+\sum_{k=1}^{\infty} x^k P_v^{(l+k)}(t,u)=[I-H_i(u)]\exp\{-(1-x)l\lambda u\}P_i(x,t-u,0)x^{-l}.$$

С учетом этого и (11), (10) можно переписать в виде:

$$\sum_{r=0}^{l-1} x^k dR_i^{(k)}(t)/dt+P_i(x,t,0)=-(\alpha+l\lambda)\sum_{k=0}^{l-1} x^k R_i^{(k)}(t)+$$

$$+\sum_{v=0}^{m-1} \int_0^{\infty} x^{-l} [I-H_i(u)]\exp\{l-x)l\lambda u\}P_i(x,t-u,0)r_{vi}(u)du+$$

$$+\delta_{i0} \int_0^{\infty} \alpha [I-G(u)]\exp\{-(1-x)l\lambda u\} \left[\sum_{k=0}^{l-1} x^k R_{m-1}^{(k)}(t-u) \right] \mu(u)du+$$

$$+\sum_{k=0}^{l-1} (1-\delta_{k0})x^k l\lambda R_i^{(k-1)}(t)+\sum_{k=0}^{l-1} (1-\delta_{i0})\alpha x^k R_{i-1}^{(k)}(t)+$$

$$+\sum_{k=1}^{\infty} \delta_{ki} x^k R_i^{(l-1)}(t)l\lambda, \quad i=\overline{0, m-1}$$

Подставляя в (12) выражения: $\mu(u)=g(u)/[I-G(u)]$, $r_{vi}(u)=h_{ij}(u)/[I-G(u)]$ и переходя к изображениям Лапласа, получим

$$\sum_{k=0}^{l-1} x^k [s\bar{R}_i^{(k)}(s)-R_i^{(k)}(0)]+\bar{P}_i(x,s,0)=-(\alpha+l\lambda)\cdot\sum_{k=0}^{l-1} x^k \bar{R}_i^{(k)}(s)+$$

$$x^{-l} \sum_{v=0}^{m-1} \bar{h}_{vi}(z)\bar{P}_v(x,s,0)+\delta_{i0}\alpha\cdot\sum_{k=0}^{l-1} \bar{g}(z)x^k \bar{R}_{m-1}^{(k)}(s)+l\lambda\sum_{k=0}^{l-1} (1-\delta_{k0})x^k \bar{R}_i^{(k-1)}(s)+$$

$$+(1-\delta_{i0})\alpha\sum_{k=0}^{l-1} x^k \bar{R}_{i-1}^{(k)}(s)+x^l l\lambda \bar{R}_i^{(l-1)}(s), \quad i=\overline{0, m-1}$$

Здесь

$$z=s+(1-x)l\lambda; \quad R_k(s)=\int_0^{\infty} e^{-st} R_k(t)dt; \quad \bar{P}_k(x,s,0)=\int_0^{\infty} e^{-st} P_k(x,t,0)dt;$$

$$\bar{h}_{vi}(z)=\int_0^{\infty} e^{-zt} h_{vi}(t)dt; \quad g(z)=\int_0^{\infty} e^{-zt} g(t)dt.$$



После несложного преобразования, (13) приводится к виду:

$$[x^l - \bar{h}_{ii}(z)] \bar{P}_i(x, s, \theta) - \sum_{\substack{v=0 \\ v \neq i}}^{m-1} \bar{h}_{iv}(z) \bar{P}_v(x, s, \theta) = b_i(x, s). \quad (14)$$

Здесь

$$b_i(x, s) = x^l \{ -(\alpha + z) \bar{R}_i(x, s) + \delta_{i0} \alpha \bar{g}(z) \bar{R}_{m-1}(x, s) + (1 - \delta_{i0}) \alpha \bar{R}_{i-1}(x, s) + \delta_{i0} \bar{R}_i^{(0)}(0) \}, \quad \bar{R}_i(x, s) = \sum_{k=0}^{l-1} x^k \bar{R}_i^{(k)}(s), \quad i = \overline{0, m-1}.$$

Система уравнений (14) содержит m уравнений с $m(l+1)$ неизвестными. Решение (14) относительно $P_i(x, s, \theta)$ будем искать по формулам Крамера.

$$P_i(x, s, \theta) = \Delta_{mi}(x, s) / \Delta_m(x, s). \quad (15)$$

где

$$\Delta_m(x, s) = |a_m^{ij}|, \quad a_m^{ij} = \begin{cases} -\bar{h}_{ji}(z) & \text{при } i \neq j \\ x^l - \bar{h}_{ji}(z) & \text{при } i = j \end{cases}$$

$$\Delta_{mi}(x, s) = |b_m^{kj}|, \quad b_m^{kj} = \begin{cases} a_m^{kj} & \text{при } j \neq i; \\ b_i(x, s) & \text{при } j = i; k, i, j = \overline{0, m-1}. \end{cases}$$

Так как $\bar{h}_{ij}(z)$, $b_i(x, s)$ ($i, j = \overline{0, m-1}$) являются аналитическими функциями в области $|x| \leq l$ при $Re(s) > 0$, то $\Delta_m(x, s)$, $\Delta_{mi}(x, s)$ и $\bar{P}_i(x, s, \theta)$ будут также аналитическими. Определитель $\Delta_m(x, s)$ в области $|x| \leq l$ относительно x имеет ровно lm простых нулей при $Re(s) > 0$ (доказательство приводится в [3]).

Поскольку $P_i(x, s, \theta)$ ($i = \overline{0, m-1}$) — аналитические функции в области $|x| \leq l$, то нули $\Delta_m(x, s)$ из этой области должны совпадать с нулями $\Delta_{mi}(x, s)$. Обозначим через $x = x_n(s)$ ($n = \overline{0, lm-1}$) корни уравнения $\Delta_m(x, s)$. Из сказанного выше вытекает необходимость выполнения условий

$$\Delta_{mi}(x_n, s) = 0 \quad (n = \overline{0, lm-1}, i = \overline{0, m-1}). \quad (16)$$

Систему уравнений (16) будем использовать для определения неизвестных $\bar{R}_i^{(k)}(s)$ ($i = \overline{0, m-1}, k = \overline{0, l-1}$).

Зная $\bar{R}_i^{(k)}(s)$, можно определить $\bar{P}_i(x, s, \theta)$ из (15) и другие величины, введенные выше.

Грузинский технический университет

(Поступило 13.01.1994)



ი.მიქაძე, რ.კაკუბავა, ნ.ჩამჩევი

რიგები სისტემებში დაგროვებადი მტყუნებებითა და ერლანგის
შემავალი ნაკადით

რ ე ზ ი უ მ ე

გამოკვლეულია მასობრივი მომსახურების სისტემა, რომელშიც მომსახურების
გარემოს შეადგენს მრავალი ქმედითუნარიანი მდგომარეობის მქონე ქვესისტემა.
მიღებულია რიგის სიგრძის ალბათური მახასიათებლები.

AUTOMATIC CONTROL AND
COMPUTER ENGINEERING

I.Mikadze, R.Kakubava, N.Chamchev

Queue in the Systems with Accumulative Faults
and Erlang Arrivals

Summary

A queueing system where service medium is a subsystem with many operating
states has been studied. Probable characteristics of the queue length for the transient
states is obtained.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *В.С.Королюк, Ф.А.Турбин.* Полумарковские процессы и их приложения. Киев, 1976.
2. *В.С.Королюк, Ф.А.Турбин.* Математические основы фазового укрупнения сложных систем. Киев, 1978.
3. *И.С.Микадзе.* АиТ, 12, 1982, 104-115.

ლ. კუხალიშვილი

მასალები მდ. კოდორის აუზის ზემო წელის ლურჯმწვანე წყალმცენარეთა (Cyanophyta) შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა განახლებული შვილიშა 20.05.1994)

მდ. კოდორი სათავეს იღებს კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ-დასავლეთ კალთებზე. იგი სახელწოდებას (კოდორი) იძენს სოფ. გენწვიშთან მდინარეების გვანდრასა და საყენის შეერთების შემდეგ [1].

მდ. კოდორის აუზის წყალმცენარეები შეუსწავლელი იყო. ამიტომ 1988 და 1990 წწ. ზაფხულში აღნიშნული აუზის ზემო წელის წყალსატევებიდან შევარგოვით ალგოლოგიური ნიმუშები, რომელთა დამუშავებისას გამოვლინდა 37 ლურჯმწვანე წყალმცენარე. სამი მათგანი, გვარებიდან Rivularia, Plectonema და Hapalosiphon, პირველად აღინიშნა საქართველოს ალგოფლორისათვის. მასალები მათ შესახებ ცალკე გამოქვეყნდება.

აღმოჩენილი ლურჯმწვანენი მიეკუთვნებიან წყალმცენარეთა ხუთ რიგს. ორი – Chroococcales და Entophysalidales არის Chroococcophyceae-ს კლასიდან. პირველი (Chroococcales) მოიცავს 9 სახეობას, რომელთაგან შედარებით ხშირად და საკმაო რაოდენობით გვხვდებოდნენ *Gloeocapsa montana*, *Gl. turgida* და *Microcystis grevillei*. სხვანი აღინიშნენ ერთი ადგილსამყოფლიდან მცირე რაოდენობით, ზოგიერთი მათგანი, კერძოდ *Gloeocapsa punctata*, *Microcystis muscicola* და *M. parietina* დიდი რაოდენობით იყვნენ განვითარებულნი.

მეორე რიგი (Entophysalidales) წარმოდგენილია სახეობით *Chlorogloea microcystoides*, რომელიც მართალია ერთხელ შეგვხვდა, მაგრამ უამრავი რაოდენობით.

დანარჩენი რიგები (Stigonematales, Nostocales, Oscillatoriales) არიან Hormoniophyceae-ს კლასიდან. აქ ყველაზე მრავალრიცხოვანია რიგი Oscillatoriales. იგი 15 სახეობას აერთიანებს. მათგან ათი არის Oscillatoriaceae-ს ოჯახიდან, სამი – ოჯახიდან Schizothrichaceae და ორი ოჯახ Plectonemataceae-ს განეკუთვნება. მასობრივი განვითარებითა და შედარებით ფართო გავრცელებით აღინიშნა მხოლოდ *Schizothrix lenormandiana*. ასევე ფართოდ იყო გავრცელებული *Oscillatoria princeps*, მაგრამ იგი ერთი ადგილსამყოფლის გარდა ძალიან მცირე რაოდენობით გვხვდებოდა. ამ რიგის სხვა წარმომადგენლებიდან დიდი უმრავლესობა აღინიშნა ერთი, ძალიან იშვიათად ორი ადგილსამყოფლიდან. მათი ნაწილი, სახელდობრ *Phormidium favosum*, *Ph. autumnale*, *Oscillatoria tenuis*, *Microcoleus vaginatus* მასობრივად ვითარდებოდა, დანარჩენი ძალიან სუსტად.

ნაკლებ მრავალფეროვანია რიგი Nostocales. იგი მოიცავს ხუთ ოჯახს, რვა სახეობითა და ორი ფორმით. სამ-სამ წარმომადგენელს აერთიანებენ ოჯახები *Anabaenaceae* და *Nostocaceae*, ხოლო ოჯახები *Rivulariaceae*, *Nodulariaceae*, *Scytonemataceae* წარმოგვიდგებიან შესაბამისად ორი და თითო-თითო სახეობით.

მათი გავრცელება მოცემულ რაიონში ფრიად შეზღუდულია. ისინი უმთავრესად ერთი ან ორი ადგილსამყოფლიდან აღინიშნენ, ამასთან უაღრესად მცირე რაოდენობით, გამონაკლისს შეადგენენ *Nostoc linckia*, *Scytonema ocellatum* და *Microchaete tenera*, რომლებიც მასობრივად იყვნენ განვითარებულნი.

რიგი *Stigonematales* საკვლევ ტერიტორიაზე ოჯახ *Stigonemataceae*-ში შემავალი ერთი სახეობითა და ერთი ფორმით აღინიშნა. ისინი სულ რამდენიმეჯერ შეგვხვდნენ, მაგრამ ძალიან დიდი რაოდენობით.

მოცემულ რაიონში ლურჯმწვანე წყალმცენარეების სიმდიდრითა და მრავალფეროვნებით გამოირჩევიან სოფ. ჩხალთა, ნახარისა და ქლუხორის უღელტეხილების მიდამოები, მდ. ხეწკვერას ხეობა; აქ მათ ვნახულობდით ნესტიან კლდეებსა და ნიადაგზე, ქვებსა და რკინის საგნებზე, რომლებიც გამოუდმებით სველდებიან წყლით (ჩანჩქერი, მდინარე, ნაკადული), აგრეთვე ქვებზე ძალიან თხელ დამგარ წყალში, რომლის ტემპერატურა არ აღემატებოდა 8-9°C.

ჩვენს მიერ გამოვლენილი ლურჯმწვანენი ქვემოთ მოცემულ სიაში ანბანის მიხედვით არიან დალაგებულნი. თითოეული მათგანისათვის ვუთითებთ ეკოლოგიასა და ადგილსამყოფელს:

Anabaena oscillarioides Bory f. *tenuis* (Lemm.) Elenk.-ნესტიან ნიადაგზე შერეულ ფოთლოვან ტყეში მდ. ხეწკვერას ხეობაში, 1200 მ.ზღ.დ.

A. sp.-ნესტიან ნიადაგზე, გუბეებში; იქვე, სოფ.პტიში და ხეწკვერას ტბასთან (1400 მ.ზღ.დ.); ქვებზე, მდ. პტიშის ფშაში, ხიდთან; ნესტიან კლდეებზე, სოფ. ჩხალთაში.

A. variabilis Kütz.-გუბეებში სოფ. ჩხალთაში.

Calothrix sp.-ქვებსა და რკინის მიღზე (ანახევიკი), რომლებიც სველდებიან წყაროს წყლით, „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში, 1500 მ.ზღ.დ.

Chlorogloea microcystoides Geitl.-ქვებზე მდ. ხეწკვერას უსახელო მარცხენა შენაკადში, ნაპირთან.

Cloeoecapsa alpina Näg. emend. Brand.-ნესტიან კლდეებზე სოფ. ჩხალთაში.

G. montana Kütz. ampl. Hollerb.-მდ. პტიშის ფშაში, ხიდთან, სოფ. პტიში; კლდეებზე, რომლებიც სველდებიან ჩანჩქერის შხეფებით, „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში, 1550 მ.ზღ.დ.; ნესტიან ქვებზე, ხავსებს შორის და მათ გამონაწურაში, გუბეებში, ნახარის მდელოზე, ნახარის უღელტეხილთან, 2000 მ.ზღ.დ.

G. punctata Näg. ampl. Hollerb.-ნესტიან კლდეებზე ქლუხორის უღელტეხილთან, 2200 მ.ზღ.დ.

G. turgida (Kütz.) Hollerb. emend.-ნესტიან კლდეებზე სოფ. ჩხალთაში; გუბეებში, ნესტიან ნიადაგსა და ქვებზე, რომლებიც სველდებიან წყლით, სოფ. პტიში და ნახარის უღელტეხილთან, 2000 მ.ზღ.დ.

Microchaete tenera Thur.-ნესტიან ნიადაგზე ხავსებს შორის ნახარის უღელტეხილთან, 2000 მ.ზღ.დ.

Microcoleus vaginatus (Vauch.) Com.-ქვებზე, პატარა უსახელო მდინარეში, რომელიც ჩაედინება ხეწკვერას ტბაში, შესართავთან, 1400 მ.ზღ.დ.

Microcystis grevillei (Hass.) Elenk. emend.-ნესტიან კლდეებზე; სოფ. ჩხალთაში და ქლუხორის უღელტეხილთან, 2200 მ.ზღ.დ.; ნესტიან ნიადაგზე, ხავსებს შორის, ნახარის უღელტეხილთან, 2000 მ.ზღ.დ.



M. hansgirgiana (Hansg.) Elenk. - კლდეზე, რომელიც სველდება ჩანჩქერის წყაროსთან მდ. ყლიჩის (მდ. აქაფარა) მარცხენა ნაპირზე, „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში, 1550 მ.ზ.დ.

M. muscicola (Menegh.) Elenk. - გუბეებში და ქვებზე, რომლებიც სველდებიან მდინარის წყლით ნახარის უღელტეხილთან, 2100 მ.ზ.დ.

M. parietina (Näg.) Elenk. - იქვე.

M. pulverea (Wood) Forti emend. Elenk. - ქვებზე პატარა უსახელო მდინარეში, რომელიც ჩაედინება ხეწკვერას ტბაში, შესართავთან, 1400 მ.ზ.დ.

Nostoc linckia (Roth.) Born. et Flah. f. *linckia*. - გუბეებში, სოფ. ჩხალთაში.

N. linckia f. *piscinale* Kütz. - ნესტიან კლდეებზე იქვე; გუბეში, ნახარის უღელტეხილთან, 2100 მ.ზ.დ.

N. paludosum Kütz. - გუბეში, ნესტიან ქვებზე, ნახარის უღელტეხილთან, 2100 მ.ზ.დ.

Oscillatoria brevis (Kütz.) Gom. - გუბეებში, სოფ. ჩხალთაში.

O. limosa Ag. - გუბეში, შოსეს პირას, სოფ. გენწვიში.

O. princeps Vauch. - იქვე და წყაროს წყლისაგან შექმნილ გუბეში მდ. კოდორის მარჯვენა ნაპირზე სოფ. გენწვიშთან; გუბეში სოფ. ჩხალთაში.

O. sp. - ხავსების გამონაწურში, ნაკადულში, ქლუხორის უღელტეხილთან, 2200 მ.ზ.დ.

O. tenuis Ag. - საქონლით დაბინძურებულ გუბეებში სოფ. გენწვიში.

O. terebriformis (Ag.) Elenk. emend. - ქვებზე ხავსებს შორის პატარა ნაკადულში, ქლუხორის უღელტეხილთან, 2200 მ.ზ.დ.

Phormidium autumnale (Ag.) Gom. - ნესტიან კლდეებზე, იქვე.

Ph. favosum (Bory) Gom. - ქვებზე, დღეში სოფ. ზემო აყარაში; ქვებზე, რომლებიც სველდებიან მდ. ნახარის წყლით, ყინვართან, ნახარის უღელტეხილის ძირში.

Ph. sp. - ნესტიან კლდეებზე ქლუხორის უღელტეხილთან, 2200 მ.ზ.დ.

Ph. subfuscum (Ag.) Kütz. - ლოდებზე, რომლებიც სველდებიან კლდიდან ჩამონადენი წყლით, მდ. ყლიჩის (მდ. აქაფარა) მარცხენა ნაპირზე „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში, 1350 მ.ზ.დ.

Plectonema tomasinianum (Kütz.) Born. - ნესტიან კლდეებზე, რომლებიც გამუდმებით სველდებიან წყლით, სოფ. ჩხალთაში.

Schizothrix lenormandiana Gom. - ქვებზე, მდ. ჩხალთა, კოდორი, ნახარის ნაპირებზე; სოფ. ჩხალთის მიდამოებში და ნახარის უღელტეხილთან.

Sch. sp. - გუბეში ხეწკვერას ტბასთან, 1450 მ.ზ.დ.; ნესტიან კლდეებზე ქლუხორის უღელტეხილის ძირში, ყინვართან.

Scytonema ocellatum Lyngb. - ნესტიან კლდეებზე ქლუხორის უღელტეხილთან, 2200 მ.ზ.დ.

Stigonema ocellatum (Dillw.) Thur. sensu lat. Elenk. - ნესტიან ნიადაგზე, ხავსებს შორის გუბეში და ბალახოვან მცენარეთა ძირებთან, ძალიან პატარა, ძლიერ წყალმარჩხ ტბაში, ნახარის უღელტეხილთან.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ნ. კეცხოველის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 6.09.1994)

A.K. Kухалеიშვილი

Материалы к изучению синезеленых водорослей
(Cyanophyta) верхнего течения бассейна р. Кодори

Резюме

Альгофлора бассейна р. Кодори не была изучена. Данный труд – первая попытка восполнить этот пробел.

После обработки альгологического материала, собранного с водоемов, расположенных в верхнем течении бассейна р. Кодори, выявлено 37 видовых и внутривидовых таксонов синезеленых водорослей. Они относятся к классам Chroococcophyceae – 10 и Hormogoniophyceae – 27 представителей. Из них три вида оказались новыми для альгофлоры Грузии. Они в данной статье не приводятся.

Разнообразием и богатством синезеленых водорослей отличаются село Чхалта, подступы перевалов Нахари и Клухори, ущелье р. Хецквера, где их находили на увлажняемых брызгами водотоков скалах, камнях и железных предметах, на увлажняемой земле, а также на камнях в мелких стоячих водоемах, температура которых не превышает 8-9°C.

В статье дан список обнаруженных синезеленых водорослей с указанием экологии и местонахождения.

BOTANY

L.Kukhaleishvili

The Materials to Study Blue-Green algae (Cyanophyta) in Upper
Part of the River Kodori Basin

Summary

The river Kodori starts in south-western slopes of the main Caucasus chain. The name Kodori is after junction of the river Gvandra and Sakeni near the village of Gentsvishi.

Algae flora of the Kodori basin has not been investigated yet. 37 species and interspecies of blue-green algae have been found after the investigation of algological material picked up from the pools placed in upper flowing of the river Kodori. They belong to Chroococcophyceae – 10 classes and Hormogoniophyceae – 27 representatives. Three of them appeared to be new for the algae flora of Georgia. They are not considered in this article.

The village Chkalta, the approaches of the Nakhari and Klukhori passes, the ravine of the river Khetskvera are rich by variety and abundance of blue-green algae, where they were found on rocks, stones and metals wetted by water splashes, also on the wet ground and on stones in small reservoirs, which temperature exceeds 8-9°C.

The list of the found blue-green algae indicating the ecology and place is given in this article.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. О.А.Дробишев, О.А.Месхишвили, Ш.Б.Двали, И.С.Апхазова. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрохимическое описание рек, озер и водохранилищ. Закавказье и Дагестан. Л., 9, 1, 1974.



ნ.ბარათაშვილი, ქ.ჩიქვინიძე, ა.შათირიშვილი

მევენახეობაში გამოყენებული შხამქიმიკატებით ინდუცირებული სომატური გენეტიკური ცვლილებები სოიაში (Glycine max)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ.ჯობაძემ 4.03.1994)

მევენახეობაში გამოყენებული შხამქიმიკატებიდან გენეტიკურად აქტიური ნაერთების გამოვლენა და მათი მოქმედების შესწავლა მნიშვნელოვანია, ვინაიდან ამ კულტურას საქართველოში დიდი ფართობი უჭირავს. ვაზის მავნებლების წინააღმდეგ დიდი რაოდენობით სხვადასხვა სახის შხამქიმიკატები გამოიყენება [1]. ისინი აქუჟყიანებენ გარემოს და ტოქსიკურად მოქმედებენ ცხოველებსა და ადამიანზე. საფუარზე შემუშავებული სპოტ-ტესტით ზოგიერთ მათგანში გამოვლენილია გენეტიკური აქტივობა [2].

ვინაიდან უნივერსალური სადიავნოზო სისტემა არ არსებობს, საჭიროა საკვლევი ნივთიერებების გამოცდა სხვადასხვა ორგანიზაციული დონისა და სტრუქტურის ტესტ-სისტემებზე. გამოვლენილი პოტენციური მუტაგენების ხმარებიდან ამოღებით ან შეზღუდვით თავიდან ავიცილებთ უარყოფითი ანტროპოგენური ფაქტორის გაუთვალისწინებელ სახიფათო მოქმედების შედეგებს.

სოია (Glycine max) უმაღლეს მცენარეთა იმ მცირერიცხოვან ჯგუფს მიეკუთვნება, რომელთა მიმართაც შემუშავებულია მარტივი ხელსაყრელი ტესტ-სისტემა. ფენოტიპური ცვლილებებით შესაძლებელია განისაზღვროს გენეტიკურ დარღვევათა ბუნება, გამოვალინოთ პოტენციური მუტაგენები [3,4]. მაღლიერებით აღენიშნავთ, რომ ხაზი L 65-1237 გადმოგვცა პროფ. ი.ზახაროვმა (მოსკოვი, ზოგადი გენეტიკის ინსტიტუტი), რომელიც მიღებულია დოქტ. ე.კლეკოვსკისაგან (აშშ მასაჩუსეტის უნივერსიტეტი). ხაზის სტრუქტურა დეტალურადაა აღწერილი ავტორების მიერ [3,4]. მცენარე დიპლოიდაა, პეტეროზიგოტი- $Y_{11}Y_{11}$. (გენი Y_{11} ნახევრად ღომინანტია, აკონტროლებს ქლოროფილის სინთესს). მისგან მიღებული თესლი იძლევა სამ ფენოტიპურად მკვეთრად განსხვავებულ აღმონაცენებს - მწვანეს ($Y_{11}Y_{11}$), სალათისფერსა ($Y_{11}y_{11}$) და ყვითელს ($y_{11}y_{11}$) შეფარდებით 1:2:1. ყვითელი მცენარეები ქლოროფილის სინთეზის უუნარობის გამო ორი ფოთლის სტადიაზე იღუპებიან.

ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა მევენახეობაში გამოყენებული 11 შხამქიმიკატის გენეტიკური აქტივობა, რაც მოხსენიებულია 1-3 ცხრილებში. თბილისის პირობებში მიღებული 1992 წ. მოსავლის თესლები (თითოეულ ვარიანტში 100 თესლი) მუშავდებოდა საკვლევი ნივთიერების 0,1% ხსნარით (მევენახეობაში გამოყენებული მიახლოებითი დოზა), 24 სთ. ექსპოზიციით. სათანადო წესით გარეცხილი თესლები ითესებოდა ხის ყუთებში, ანალიზდებოდა ერთთვიანი აღმონაცენები. მიღებულ შედეგებს ვამუშავებდით ავტორთა მიერ მოწოდებული მეთოდით [3,4]. მათი რეკომენდაციით საჭიროა პირველი ორი მარტივი და მესამე რთული ფოთლის შესწავლა. ლაქებს ვითვლიდით ბინოკულარული მიკროსკოპით-МБС-9, X8.

ცხრილი I

მიტოზური კროსინგოვერისა და სომატური მოზაიციზმის ინდუქცია სოიის ჰეტეროზიგოტ (სალათისფერ) მცენარეებში

№	ნივთიერება	განალიზებული ფოთლების საერთო რაოდენობა	ლაქების საერთო რაოდენობა	ლაქების საშ. რაოდენობა ერთ ფოთოლზე			სულ
				ყვითელი	მწვანე	ერმაგი	
1	საკონტროლო ფოზალონი	150	188	0,93 ± 0,15	0,26 ± 0,08	0,05	1,25 ± 0,23
2	ცინები	120	277	1,41 ± 0,08	0,80 ± 0,08	0,10	2,31 ± 0,16
3	ეპიდორი	123	445	2,82 ± 0,16	0,56 ± 0,09	0,23	3,62 ± 0,25
4	ეპიდორი	60	351	4,40 ± 0,22	1,25 ± 0,12	0,20	5,85 ± 0,34
5	აკარტანი	100	149	0,94 ± 0,09	0,42 ± 0,09	0,13	1,49 ± 0,18
6	ჰექსათიურამი	112	649	4,86 ± 0,54	0,71 ± 0,08	0,22	5,79 ± 0,62
7	კარბოფოსი	126	435	2,19 ± 0,16	1,10 ± 0,09	0,16	3,45 ± 0,25
8	პოლიკარბაციინი	160	495	2,38 ± 0,22	0,58 ± 0,07	0,14	3,09 ± 0,29
9	ბაილეტონი	130	282	1,62 ± 0,09	0,31 ± 0,09	0,25	2,18 ± 0,18
10	ჰეპტათიურამი	100	543	3,74 ± 0,15	1,10 ± 0,08	0,27	5,11 ± 0,13
11	კელტანი	66	302	2,56 ± 0,14	1,88 ± 0,10	0,14	4,57 ± 0,24
12	სუმილექსი	94	417	2,29 ± 0,18	2,00 ± 0,16	0,15	4,44 ± 0,34

ცხრილი 2

პირდაპირი მუტაციების ინდუქცია სოიის მწვანე (Y₁₁Y₁₁ გენოტიპის) მცენარეებში

№	ნივთიერება	განალიზებული ფოთლების საერთო რაოდენობა	ლაქების საერთო რაოდენობა	ლაქების საშ. რაოდენობა ერთ ფოთოლზე		სულ
				ყვითელი	სალათისფერი	
1	საკონტროლო ფოზალონი	100	60	0,2 ± 0,10	0,4 ± 0,10	0,6 ± 0,20
2	ცინები	80	192	2,2 ± 0,19	0,2 ± 0,11	2,4 ± 0,30
3	ეპიდორი	66	294	4,09 ± 0,31	0,36 ± 0,12	4,45 ± 0,43
4	ეპიდორი	40	361	6,75 ± 0,38	2,28 ± 0,14	9,03 ± 0,52
5	აკარტანი	50	53	0,66 ± 0,13	0,40 ± 0,10	1,06 ± 0,23
6	ჰექსათიურამი	90	324	2,93 ± 0,27	0,67 ± 0,10	3,60 ± 0,37
7	კარბოფოსი	48	156	3,25 ± 0,12	1,29 ± 0,09	4,54 ± 0,12
8	პოლიკარბაციინი	64	476	5,25 ± 0,18	2,19 ± 0,07	7,44 ± 0,25
9	ბაილეტონი	80	99	0,70 ± 0,12	0,55 ± 0,11	1,25 ± 0,23
10	ჰეპტათიურამი	96	568	4,14 ± 0,16	1,78 ± 0,18	5,92 ± 0,34
11	კელტანი	67	618	4,67 ± 0,19	4,55 ± 0,21	9,22 ± 0,40
12	სუმილექსი	83	295	2,35 ± 0,16	1,20 ± 0,20	3,55 ± 0,36

ჰეტეროზიგოტ მცენარეებში აღირიცხებოდა მარტივი (ყვითელი, მწვანე) და ორმაგი (ერთი ნახევარი მწვანე, მეორე კი ყვითელი) ლაქები. ორმაგი ლაქები მიტოზური კროსინგოვერის შედეგია, ხოლო მარტივი კი ნაირგვარი გენეტიკური დარღვევებისა, როგორცაა მაგალითად წერტილოვანი მუტაცია, განურიდებლობა; დელეცია და სხვ. [3-5]. შხამქიმიატებმა გამოიწვიეს როგორც მიტოზური კროსინგოვერის ინდუცირება, ისე სხვადასხვა სახის გენეტიკური დარღვევები ნაირგვარი სიხშირით (ცხრ.1.).

შედარებით მაღალი რეკომბინოგენური და მუტაგენური აქტივობა გამოავლინა ხუთმა ნივთიერებამ – ჰექსათიურამმა, ჰექსათიურამმა, კელტანმა, სუმილექსმა და ებიდორმა. მწვანე ლაქები გაცილებით ნაკლები რაოდენობით ინდუცირდება, ვიდრე ყვითელი. მარტივი ლაქების არათანაბარი სიხშირით წარმოქმნა აღწერილია სხვადასხვა მიაონიზებული რადიაციისა და დეფოლიანტებით ზემოქმედების დროს [5-7].

ცხრილი 3

შებრუნებული მუტაციების ინდუქცია სოიის ყვითელ (Y₁Y₁₁ გენოტიპის) მცენარეებში

ნივთიერება	გაანალიზებული ფოთლების საერთო რაოდენობა	სალათისფერი ლაქების საერთო რაოდენობა	ლაქების საშუალო რაოდენობა ერთ ფოთოლზე
საკონტროლო	40	23	0,58 ± 0,15
1. ფოზალონი	26	28	1,08 ± 0,17
2. ცინები	32	38	1,19 ± 0,16
3. ეპიდორი	23	43	1,86 ± 0,20
4. აკარტანი	52	38	0,73 ± 0,02
5. ჰექსათიურამი	42	48	1,14 ± 0,15
6. კარბოფოსი	19	26	1,11 ± 0,21
7. პოლიკარბაცინი	19	33	1,74 ± 0,21
8. ბაილეტონი	38	40	1,05 ± 0,15
9. ჰექსათიურამი	47	61	1,30 ± 0,12
10. კელტანი	32	38	1,20 ± 0,15
11. სუმილექსი	17	37	2,18 ± 0,19

მწვანე აღმონაცენებში ყვითელი და სალათისფერი ლაქები პირდაპირი გენური ან ქლოროპლასტური მუტაციების შედეგია [3,4,6]. ჩვენს ცდებში მუტაგენური აქტივობა არ აღმოაჩნდა ორ ნივთიერებას: აკარტანსა და ბაილეტონს. დანარჩენი შხამქიმიატები სხვადასხვა სიხშირით იწვევენ მუტაციების ინდუცირებას (ცხრ.2). სამმა (ეპიდორი, კელტანი, პოლიკარბაცინი) შედარებით მაღალი მუტაგენური აქტივობა გამოავლინა.

ინდუცირებული შებრუნებული მუტაციების აღრიცხვა ცალკე ხდებოდა ყვითელ აღმონაცენებზე (ცხრ.3). მარტივ ფოთლებზე წარმოქმნილი სალათისფერი ლაქები შებრუნებული მუტაციის შედეგია [3,4]. ნივთიერებები მხოლოდ სალათისფერ ლაქებს წარმოქმნიან ნაირგვარი სიხშირით. აღსანიშნავია, რომ შხამქიმიატები პირდაპირ მუტაციებს გაცილებით მაღალი სიხშირით წარმოქმნიან, ვიდრე რევერსიებს.

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგების ლიტერატურულ მონაცემებთან შედარება ცხადყოფს, რომ მაღალი მუტაგენური აქტივობის მქონე შხამქიმიატები თავისი მოქმედებით, სხვადასხვა სახის მიაონიზებული რადიაციის დაბალი დოზების

ეკვივალენტურია [5,6]. ჩვენ მიერ შესწავლილი მევენახეობაში გამოყენებული შხამ-ქიმიკატები გაცილებით მაღალი გენეტიკური აქტივობით ხასიათდებიან, ვიდრე ამავე ტესტ-სისტემაზე შესწავლილი მებამბეობაში გამოყენებული დეფორლიანტები [7].

თბილისის ივ.ჯავახიშვილის სახელობის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 23.03.1994)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Н.А.Бараташвили, К.Р.Чиквинидзе, А.Ф.Шатиришвили

Соматические генетические изменения в сое, индуцированные ядохимикатами, применяемыми в виноградарстве

Р е з ю м е

Семена, полученные из гетерозиготной ($Y_{11}y_{11}$) сои – *Glycine max*, были обработаны 11 видами ядохимикатов, применяемых в виноградарстве (фозалон, цинеби, энидор, акартам, гексатиурам, карбофос, поликарбацин, байлетон, гептатиурам, кельтан, сумилекс). Учет митотического кроссинговера и других случаев соматического мозаицизма производили на листьях гетерозиготных ($Y_{11}y_{11}$) растений, прямых мутаций на листьях гомозиготных ($Y_{11}Y_{11}$) растений и обратных мутаций на листьях гомозиготных ($y_{11}y_{11}$) растений.

Ядохимикаты с разной частотой индуцируют все виды генетических изменений.

GENETICS AND SELECTION

N.Baratashvili, K.Chikvinidze, A.Shatirishvili

Somatic Genetic Changes in Soybean *Glycine Max* Under the Action of Poison Used in Viticulture

S u m m a r y

The seeds obtained from heterozygous soybean ($Y_{11}y_{11}$) were subjected to the action of 11 types of toxic chemicals used in viticulture (Pozalini, Akartani, Tsins, Biotini, Karbofos, Hexatiuram, Polykarbaciini, Epidor, Heptathiuram, Keltan, Sumilex). Mitotic crossing-over and other such instances of somatic mosaicism on heterozygous plant leaves ($Y_{11}y_{11}$) were observed and direct mutations on plant leaves of the $Y_{11}Y_{11}$ genotype and reverse mutations on homozygous plant leaves ($y_{11}y_{11}$) were taken into account.

Thus toxic chemicals induce all types of genetic changes with different frequency.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. გ.გეგნავა, დ.უგრებელიძე. მევენარეთა ქიმიური დაცვის საფუძვლები. თბ., 1991.
2. А.Ф.Шатиришвили, И.И.Чучулашвили, Н.А.Бараташвили. В сб.: Проблемы экологии и охрана окружающей среды. Тбилиси, т.1., 1983, 274-277.
3. B.K.Vig, E.F.Paddock, *J.Heredity*, **59**, 255, 1968.
4. B.K.Vig. *Mutat. Res.* **31**, 49, 1975.
5. D.A.Evans, E.F. Paddock. *Theor. Appl. Genet.*, **56**, 245, 1980.
6. И.Д.Давронов, И.А.Захаров. *Генетика*, **21**, 11, 1864, 1885.
7. И.Д.Давронов. Афтореф. канд. дисс. Л., 1986.

ე.კახანაძე, მ.ბილანიშვილი

შაქრების შემცველობა ჩვეულებრივი კაკლის (*Juglans regia* L), პეკანისა და (*Carya pecan* Eng) შავი ფიჭვის (*Pinus nigra* Arn) მტვრის მარცვალში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. გიგურმა 27.12.1994)

კაკალი ძვირფასი ხე-მცენარეა. უხსოვარი დროიდან გამოიყენება საკვებად, სამკურნალოდ და სხვა დანიშნულებით. დიდი გამოყენება აქვს მის მერქანს, ნაყოფს, ნაქუქს, ფოთლებს, წენგოს. ნაყოფი შეიცავს ცხიმს, ნახშირწყლებს, ნაირგვარ ვიტამინებს, უიგლონს და სხვა.

კაკალი მსხმოიარობს 5 - 10 წლის ხნოვანებაში. არის ფორმები, რომლებიც 3 - 4 წლისაც იძლევა ნაყოფს. კაკალი სინათლის მოყვარული მცენარეა, ცოცხლობს 200 - 400 წელს [1].

კაკლის ყვავილობის ბიოლოგია სათანადოდ შესწავლილია მკვლევართა მიერ [2 - 9]. მაგრამ ყვავილობის ბიოლოგიის (ჯვარედინი დამტვერვა, თვითდამტვერვა, აპომიქსისი) შესწავლა აუცილებელია სელექციის საკითხების დასაზუსტებლად. შესაძარებლად ავიღეთ პეკანისა და შავი ფიჭვის მტვრის მარცვალი.

პეკანი ძვირფასი მერქნიანი სწრაფმოზარდი მცენარეა, 60-65 მ სიმაღლის. დეკორატიულია, გამოიყენება სატყეო მეურნეობასა და მწვანე მშენებლობაში. აქვს მძიმე, მკვრივი, გამძლე მერქანი. ნაყოფი თხელნაქუქაა, გამოიყენება საკვებად.

შავი ფიჭვი მნიშვნელოვანია დეკორატიულობით, გამოიყენება გამწვანებაში 1500 მეტრამდე ზღ.დ., გვალვაგამძლეა, აქვს მძიმე, კარგი მერქანი. სიმაღლით 30-50 მეტრამდეა. ცოცხლობს 800 - 1000 წლამდე.

კაკლის მტვრის მარცვლის სიცოცხლისუნარიანობის შესწავლის მიზნით მტვრის მარცვლებს ვალივბდით საქაროზას 3-დან 30%-მდე ხსნარში, მტვრის მარცვალი ოთახის ტემპერატურის პირობებში გალივების უნარს ინარჩუნებს 3 - 5, ხოლო ექსიკატორსა და მაცივარში - 20 დღეს.

ცნობილია, რომ მცენარის სიცოცხლისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს შაქრებისა და აზოტოვანი ნივთიერებების შემადგენლობას და ცვლილებებს.

შაქრების რაოდენობა ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე აღებულ მტვრის მარცვალში განსხვავებულია. მაგალითად, ციმბირის კედრის მტვრის მარცვალი მაღალმთის და დაბლობის პირობებში საქაროზას ერთნაირი რაოდენობით შეიცავს, ხოლო რაფინოზა მთის პირობებში 2-ჯერ მეტია, ვიდრე დაბლობში [6].

კაკლის 1 - 2-წლიანი ტოტები შეიცავს საქაროზას და გლუკოზას, რომელთა რაოდენობა იმატებს ზამთარში [3].

ნახშირწყლები მტვრის მარცვალში ასრულებს სხვადასხვა ფუნქციას: კონსტიტუციურს, საამშენებლო მასალას ბირთვისათვის, სარეზერვო ენერჯის წყაროს და სუბსტრატს ზრდისათვის.

ჩვენი გამოკვლევებით, ჩვეულებრივი კაკლის, პეკანის და შავი ფიჭვის მტვრის მარცვალში შაქრიანობის შემცველობა განსხვავებული მაჩვენებლებით ხასიათდება (იხ. ცხრილი).

შაქრების და ამინომჟავების შემცველობა კაკლის, პეკანის და შავი ფიჭვის მტვრის მარცვალში ქრომატოგრაფიის მეთოდით განსაზღვრეთ. აღმოჩნდა, რომ ჩვეულებრივი კაკლის მტვრის მარცვალი შეიცავს 4 ფორმის შაქარს: საქაროზას, გლუკოზას, ფრუქტოზას და რაფინოზას. კაკლის მტვრის გამონაწურში მაღალი კონცენტრაციით გამოირჩევა საქაროზა.

ასეთივე შემადგენლობის შაქარს შეიცავს პეკანისა და შავი ფიჭვის მტვრის მარცვალი. აღნიშნული მცენარეების მტვერში შაქრების კონცენტრაცია განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ქარბი რაოდენობით აღინიშნა ჩვეულებრივ კაკალში საქაროზა - 7,8%, პეკანში - 6,9%, ფიჭვში - 4,8%.

ც ხ რ ი ლ ი

შაქრების შემცველობა კაკლის, პეკანისა და შავი ფიჭვის მტვრის მარცვალში (%-ით)

	შაქრები	მცენარის დასახელება		
		კაკალი <i>Juglans regia L</i>	პეკანი <i>Carya pecan Engl</i>	შავი ფიჭვი <i>Pinus nigra Arn</i>
1.	რაფინოზა	ძლ.მცირე	0	0
2.	საქაროზა	7,8	6,9	4,8
3.	გლუკოზა	0,6	0,3	0,5
4.	ფრუქტოზა	1,2	0,6	0,6

შედარებით ნაკლებია გლუკოზა პეკანში - 0,3%, ფიჭვში - 0,5%, ფრუქტოზა პეკანსა და შავ ფიჭვში 0,6% აღინიშნა.

აღსანიშნავია, რომ კაკლის მტვრის მარცვალი შეიცავს რაფინოზას, რომელიც პეკანსა და შავი ფიჭვის მტვრის მარცვალში არ აღინიშნა.

ამრიგად, კაკლის მტვრის მარცვალი შეიცავს საქაროზას, გლუკოზას, ფრუქტოზას და მცირე რაოდენობით რაფინოზას; ეს უკანასკნელი პეკანსა და ფიჭვის მტვრის მარცვალში არ აღმოჩნდა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ვ.გულისაშვილის სახელობის სამთო
მეტყვეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.1.1995)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Е.Е.Капанадзе, М.С.Биланишвили

Содержание сахаров в пыльце ореха грецкого, пекана и сосны черной

Резюме

Изучено содержание сахаров в пыльце хроматографическим методом. Оказалось, что пыльца ореха содержит сахарозу, глюкозу и фруктозу, из них в большом количестве сахароза, а в виде следов - рафиноза. Пыльца пекана и сосны черной содержит сахарозу, глюкозу



и фруктозу. Следовательно, все изученные растения в пыльце содержат больше сахарозы, а глюкозу и фруктозу – сравнительно меньше.

PLANT PHYSIOLOGY

E.Kapanadze, M.Bilanishvili

The Content of Sugar in Pollens of Walnut, Pecan and Black Pine Trees

Summary

The content of sugar in pollens was studied by chromatographic method. It was found that the pollens of walnut consisted of saccharose, glucose and fructose, of which saccharose in great number, afterwards - raffinose. The pollens of pecan and black pine trees maintained of saccharose, glucose and fructose. Thus, all studied plants keep in pollens more great number of saccharose, but glucose and fructose were comparatively less.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. კაკლის სარგავი მასალის გამოყვანის, პლანტაციების და ტყე-ბაღების გაშენების აგროტექნიკური წესები. თბილისი, 1988.
2. *Г.И.Канчавели*. Грецкий орех в Грузии. М., 1968.
3. *Е.Е.Капанაძე*. В сб.: Проблемы ореховодства. Тбилиси, 1985.
4. *Л.Б.Махатадзе и др.* Ж. Лесное хозяйство, 2, 1992.
5. *Л.Б.Махатадзе*. В сб.: Проблемы ореховодства. Тбилиси, 1985.
6. *Г.В.Осетрова, Ф.Н.Кудашова*. Углеводный и аминокислотный состав пыльцы и кедр сибирского и сосны обыкновенной. Красноярск, 1972.
7. *Г.Я.Рудь и др.* Тр.Кишиневского СХИ, 120, 1974.
8. *Л.А.Смолянинова*. Культурная флора СССР, т.XVII. Орехоплодные. М.-Л., 1936.
9. *И.И.Чодришвили*. Грецкий орех и его культура в Грузии. Тбилиси. 1976.

№68 581.143.6

ბიოქიმია

ა. სოფრომაძე, დ. გულბანი, ქ. მჭედლიშვილი

ფენილალანინ-ამიაკ-ლიაზას ლოკალიზაციის საკითხისათვის ვაზის ფოთლის ქლოროპლასტებში

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ნუცუბიძემ 28.06.1993)

ფენოლურ ნაერთებს ვაზის მეტაბოლიზმში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. აკუმულირდებიან რა ვაზის როგორც ვეგეტატიურ, ისე რეპროდუქციულ ორგანოებში, ისინი რამდენადმე განსაზღვრავენ ადამიანის ორგანიზმზე ყურძნის და შესაბამისად ღვინის მოქმედების ბიოლოგიურ ეფექტს. ქიმიური თვალსაზრისით ვაზში ფენოლურ ნაერთთა თითქმის სრული ასპექტრია წარმოდგენილი: ფენოლკარ-ბონმჟავები, კატეხინები, პროანთოციანიდინები, ანთოციანები, ფლავონოლები, ფლავონები და სხვ. [1-4]. ეს გარემოება ბუნებრივად სვამს საკითხს ვაზში (და საერთოდ მცენარეში) აღნიშნულ ნაერთთა ფიზიოლოგიური როლის გარკვევის შესახებ. ამ ასპექტით მნიშვნელოვან ინფორმაციას გვაწვდის მცენარეში ფენოლურ ნაერთთა უჯრედშიდა ლოკალიზაციის, ბიოსინთეზისა და გარდაქმნის თავისებურებათა გამოკვლევა.

ჩატარებული სამუშაოების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფენოლური ნაერთები უჯრედში ლოკალიზებულია და შესაბამისად მათი ბიოსინთეზი ხორციელდება სულ ცოტა სამ „კომპარტმენტულ ცენტრში“. ესენია: ქლოროპლასტები, მიკროსომები (ენდოპლაზმური ბადე) და მიტოქონდრიები + მიკროსხეულაკები [5]. პრიორიტეტს ამ მხრივ ქლოროპლასტებს ანიჭებენ, თუმცა აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ფენოლურ ნაერთთა ბიოსინთეზი, აღნიშნულ ნაერთთა ბუნებისა და მცენარის სახეობის მიხედვით, გარკვეული სპეციფიკურობით ხასიათდება. სპეციფიკურობა, ბუნებრივია, ვლინდება ფენოლურ ნაერთთა ბიოსინთეზში მონაწილე ფერმენტების უჯრედშიდა ლოკალიზაციისა და მათი აქტივობის სინთეზის პროცესთან კორელაციის მხრივაც.

ფენოლურ ნაერთთა ბიოსინთეზის რეგულაციაში მონაწილე ფერმენტთა შორის ფენილალანინ-ამიაკ-ლიაზას (ფალ. ფერმენტთა კლასიფიკაციით 4.3.1.5) გადამწყვეტი (ე.წ. „გასაღები“ ფერმენტის) მნიშვნელობა ენიჭება. იგი აკატალიზებს L-ფენილალანინის დეზამინირების პროცესს ტრანს-დარიჩინმჟავას წარმოქმნით. ეს უკანასკნელი კი ფენოლურ ნაერთთა ბიოსინთეზში ძირითად საწყის სუბსტრატს წარმოადგენს. სწორედ ეს გარემოება განსაზღვრავს შპალ-ის შესწავლის მეცნიერულ ინტერესს. მონაცემები აღნიშნული ფერმენტის შესახებ ლიტერატურაში გვხვდება 1961 წლიდან [6]. ციტოლოგიური ასპექტით ჩატარებული გამოკვლევების მიხედვით, შპალ-ის აქტივობა უფრო ხშირად აღმოჩენილია ხსნად მდგომარეობაში-ციტოზოლში (უჯრედის მემბრანებთან დაუკავშირებლად), იშვიათად - უჯრედის ორგანოებში [7-9]. ვაზი, რომლის ნივთიერებათა ცვლაშიც, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ერთ-ერთი წამყვანი ადგილი ფენოლურ ნაერთებს უჭირავს, ამ თვალსაზრისით სრულიად შეუსწავლეოა. ვაზის ფენოლურ ნაერთთა ქიმიური

ბუნების დადგენამ [1-4] აუცილებელი წანამძღვრები შექმნა მათი უჭრედშიდა ლოკალიზაციისა და ბიოსინთეზის თავისებურებათა კვლევებისათვის.

წინამდებარე სტატიაში განხილულია ვაზის ფოთლის ქლოროპლასტებში ფენოლურ ნაერთთა ბიოსინთეზის ძირითადი ფერმენტის - ფალ-ის ლოკალიზაციის შესასწავლად ჩატარებული სამუშაოს შედეგები.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა „საფერავის“ ჯიშის ვაზი (*Vitis Vinifera L.*). ქლოროპლასტები გამოყოფილ იქნა ფოთლებიდან, რომლებიც აღებული იყო ოთახის პირობებში 22-25°C-ზე წყალში დაფესვიანებული კალმებიდან. გამოვიყენეთ [10]

სტატიაში აღწერილი მეთოდის მკირგოდენი მოდიფიცირებით. გარკვეული წონის (150-200 გ) კარგად გასუფთავებული ფოთოლი დავექირით წვრილად უქანგავი მაკრატლით, მოვათავსეთ ჰომოგენიზატორში და ჰომოგენიზირებისათვის დავუმატეთ შემდეგი შემადგენლობის ხსნარი: 1, 25M NaCl, 50mM ტრის-HCl(pH8), 25mM ედტა Na(pH8), 0,1%-იანი ხარის (ან ადამიანის) შრატის ალბუმინი, 10mM β - მერკაპტოეთანოლი. შეფარდება აღებულ მასალასა და ჰომოგენიზაციის არეს შორის შეადგენდა შესაბამისად 1:3 ან 1:5, ჰომოგენიზაციის ხანგრძლივობა - 20-25 სეკ. ჰომოგენიზირება გავფილტრეთ ოთხჯერა დოლბანდში, ფილტრატი დავაცენტრიფუგირეთ 3500 ბრ/წთ 5 წუთის განმავლობაში. მოვახდინეთ ნალექის სუსპენდირება ჰომოგენიზაციის არეში ფრთხილად - აკვარელის რბილი ფუნჯით (შეფარდება ნალექსა და ჰომოგენიზაციის არეს შორის - 1:1,2 ან 1:1,5) და ისევ დავაცენტრიფუგირეთ 3500 ბრ/წთ 5 წუთის განმავლობაში. აღნიშნული პროცედურა გავიმეორეთ კიდევ ერთხელ. ნალექზედა სითხე საუკეთესო შემთხვევაში (თუ ქლოროპლასტები დაშლილი არ არის) გამჭვირვალე უნდა იყოს. საბოლოოდ მიღებული ნალექი წარმოადგენს სუფთა ქლოროპლასტებს (კონტროლი მიკროსკოპული ანალიზით). ქლოროპლასტების გამოყოფის ყველა პროცედურა ჩავატარეთ მაცივარ ოთახში 2-4°C-ზე. ქლოროპლასტებში ფალ-ის ლოკალიზაციის საკითხის შესწავლამდე აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა განვსაზღვრეთ ვაზის მთლიან ფოთოლში. ვისარგებლეთ შემდეგი მეთოდით [11]: 5-10გ ფოთოლი გავსრისეთ ფაიფურის სანაყში 0,1M ბორატის ბუფერში (pH 8,7). შეფარდება მასალასა და ბუფერს შორის - 1:5. ჰომოგენიზირება გავფილტრეთ ოთხჯერა დოლბანდში, ფილტრატს დავუმატეთ ცივი აცეტონი (1:2), წარმოქმნილი ნალექი ხსნარს მოვაცილეთ ცენტრიფუგირებით 2000-3000 ბრ/წთ 5 წუთის განმავლობაში. ნალექის სუსპენდირება მოვახდინეთ 0,1M ბორატის ბუფერში (შეფარდება 1:3), დავაცენტრიფუგირეთ იმავე პირობებში. ნალექზედა ხსნარს დავუმატეთ (NH₄)₂SO₄ იმ რაოდენობით, რომ არეში შექმნილიყო 70%-იანი გაჯერება. ხსნარი დავაცენტრიფუგირეთ, ნალექი გავხსენით ბორატის ბუფერში (შეფარდება 1:2), დავუმატეთ 4mM β-მერკაპტოეთანოლი და 10⁻⁴ M ნატრიუმისდიეთილდითიოკარბამატი. მიღებული ხსნარის დიალიზი მიმდინარეობდა 0,01M ბორატის ბუფერში (pH 8,8) 2 საათის განმავლობაში. დიალიზის შემდეგ მიღებული ხსნარი, როგორც ფერმენტული პრეპარატი, გამოვიყენეთ ფალ-ის აქტივობის განსაზღვრისათვის. ხსნარს დავუმატეთ 200μM 0,1M ბორატის ბუფერი და 30μM L-ფენილალანინი, მოვათავსეთ წყლის აბაზანაში 37°C-ზე 1 საათის განმავლობაში, რის შემდეგაც რეაქცია შევწყვიტეთ 0,5 მლ 6N HCl-ის დამატებით. რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი დარიჩინმჟავა გამოვწვლილეთ დიეთილეთერით. დარიჩინმჟავას რაოდენობა გამოვთვალეთ სპექტროფოტომეტრული მეთოდით λ მაქს 269 ნმ-ზე აუტენტიკურ დარიჩინმჟავაზე აგებული სტანდარტული მრუდის მიხედვით.

საკონტროლოდ ავიღეთ ფერმენტული პრეპარატი ამინომჟავას დამატების გარეშე. ფერმენტის აქტივობა გამოიხატება მკგ-ში 1 მგ ცილაზე 1 საათის განმავლობაში 37°C-ზე წარმოქმნილი დარიჩინმჟავას რაოდენობით. ცილის რაოდენობა განვსაზღვრეთ სპექტროფოტომეტრული მეთოდით 2 მკმს 595 ნმ-ზე [12]. ფშლ-ის აქტივობის განსაზღვრის წინ ქლოროპლასტები დავშალეთ ულტრაბგერით. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში. ისინი მიღებულია ოთხჯერადი განმეორების შედეგად.

ცხრილი

ფენილალანინ-ამიაკ-ლიაზის აქტივობა 1სთ განმავლობაში
L-ფენილალანინიდან წარმოქმნილი დარიჩინმჟავას რაოდენობის
მიხედვით 1 მგ ცილაზე გადაანგარიშებით

საანალიზო მასალა	დარიჩინმჟავა, მკგ/მგ ცილაზე
ფოთოლი	6,50±0,10
ქლოროპლასტები	0,03±0,002

როგორც ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებენ, ვაზის ფოთლის ქლოროპლასტებში ფშლ-ის აქტივობა უმნიშვნელოა. იგი ფოთლის ფშლ-ის საერთო აქტივობის 0,5%-ს შეადგენს. აღნიშნული ფერმენტი, როგორც ჩანს, ვაზის ფოთლის ქლოროპლასტებში ლოკალიზებული არ არის. ეს მონაცემები კორელაციაშია ჩვენ მიერ ვაზის ფოთლის ქლოროპლასტებში ფენოლური ნაერთების, კერძოდ, ფენოლკარბონმჟავებისა და პროანთოციანიდინების ძიებისას მიღებულ შედეგებთან: ფენოლკარბონმჟავები ვაზის ფოთლის ქლოროპლასტებში არ აღმოჩნდა, რაც შეეხება პროანთოციანიდინებს, ისინი მათში შედარებით მცირე რაოდენობით იქნა ნაპოვნი (მონაცემები გადაცემულია დასასტამბად).

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ს.ლურშიძის სახ. მცენარეთა ბიოქიმიის
ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 30.8.1993)

БИОХИМИЯ

А. Н. Сопромадзе, Д. И. Гулбани, К. Ш. Мchedlishvili

К вопросу локализации фенилаланин-аммиак-лиазы в хлоропластах листьев виноградной лозы

Резюме

Изучен вопрос локализации фенилаланин-аммиак-лиазы, ключевого фермента биосинтеза фенольных соединений в хлоропластах молодых листьев виноградной лозы сорта „Саперави“ (*Vitis vinifera* L.). Установлено, что активность упомянутого фермента в хлоропластах листьев лозы незначительна, основная доля активности локализована вне этой органеллы.

A. Sopromadze, D. Gulbani, K. Mchedlishvili

On the Localization of Phenylalanine-Ammonia-Lyase in Chloroplasts of Grapevine Leaves

Summary

Localization of phenylalanine-ammonia-lyase, enzyme quantity of phenolic compound biosynthesis in chloroplasts of grapevine young leaves, variety "Saperavi" (*Vitis vinifera* L.) has been studied. It was established that the activity of the mentioned enzyme in chloroplasts of grapevine leaves were in a negligible amount. The main activity is localized out of these organelles.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С. В. Дурмишидзе*. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
2. *P. Ribereau-Gayot*. Les composés phénoliques des végétaux. Paris, Dunod, 1968.
3. *А. Н. Сопромадзе*. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1974.
4. *А. Н. Сопромадзе, Д. И. Гулбани*. Прикладная биохимия и микробиология **16**, 4, 1980, 612.
5. *М. Н. Запрометов*. В кн.: Новые направления в физиологии растений. М., 1985, 143.
6. *F. Koukol, E. E. Conn*. J. Biol. Chem., 23b, 1961, 2692.
7. *E. L. Samt, G. H. N. Towers*. Phytochem., 12, 1973, 961.
8. *V. Monties*. C. R. C.-278, 1974, 1465.
9. *С. В. Шпилова, М. Н. Запрометов*. Доклады АН СССР, **246**, 1, 1979, 239.
10. *G. Vookuans*. Analytical. Biochem., **141** 1, 1984, 244.
11. *M. Zucker*. Plant Physiol., 23, 1972, 133.
12. *P. Скоупс*. Методы очистки белков. М., 1985, 342.

Р.А.Гахокидзе, А.Т.Бериашвили

Влияние некоторых производных 2-дезоксид-Д-глюкозы на процесс дыхания

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д.И.Джохадзе 15.09.1993)

В растительных объектах, кроме кислот цикла Кребса, обнаружены органические кислоты, образующиеся из сахаров [1]. Их условно называют кислотами первичного окисления сахаров (КПОС). Биохимическая роль этих кислот в процессе дыхания изучена недостаточно. Одним из нас высказано предположение о возможности образования органических кислот по альтернативному пути [2]. Позже было показано, что 2-дезоксид-Д-глюконовая кислота может служить дыхательным субстратом в дрожжах *Saccharomyces cerevisiae* [3].

Целью настоящей работы явилось сравнительно детальное изучение влияния одного из представителей КПОС-2-дезоксид-Д-глюконовой кислоты и ее производных: кальциевой соли и 1,4-лактона-2-дезоксид-Д-глюконовой кислоты, на процесс дыхания.

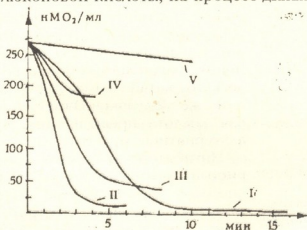


Рис.1. Влияние D-глюкозы, 2-дезоксид-Д-глюконовой кислоты, кальциевой соли и 1,4-лактона-2-дезоксид-Д-глюконовой кислоты на процесс дыхания:

- I — D-глюкоза — 2,5 мг;
- II — 2-дезоксид-Д-глюконовая кислота — 2,5 мг;
- III — кальциевая соль 2-дезоксид-Д-глюконовой кислоты — 2,5 мг;
- IV — 1,4-лактон-2-дезоксид-Д-глюконовой кислоты — 2,5 мг;
- V — 1% суспензия дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в 0,9 %-ном растворе KCl — 6 мл

Объектом исследования служила суспензия дрожжевых интактных клеток *Saccharomyces cerevisiae* в 0,9 %-ном растворе KCl. Концентрация была подобрана таким образом, что количество клеток в 1 мл суспензии составляло — $5,15 \cdot 10^8$ клеток/мл. Счет клеток проводили с помощью микроскопа МБИ-3 в камере Тома-Цейса [4].

За процессом дыхания наблюдали с помощью регистрации изменения концентрации кислорода анализируемой суспензии клеток. Регистрацию изменения концентрации кислорода проводили на полярографе „Дигоми“, ячейка которого снабжена кислородоселективным электродом.

Данные, представленные на рис. 1, показывают, что выше-



указанные соединения с различной активностью включаются в дыхательный процесс. В частности, в случае кальциевой соли, и особенно лактона 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты, скорость потребления кислорода меньше, чем при утилизации 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты. Этот факт, с одной стороны, можно объяснить низкой проницаемостью в клетку, а с другой стороны — пониженным потреблением этих соединений в дыхательном процессе. Если в случае кальциевой соли это допущение объяснимо плохой проницаемостью двухвалентных катионов в дрожжевые клетки [5], то в отношении лактона 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты объяснение этого факта требует дополнительных исследований.

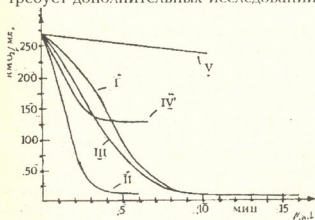


Рис.2. Влияние NaF ($6,8 \cdot 10^{-4}$ М) на процесс дыхания при использовании в качестве субстрата D-глюкозы и 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты:

- I, II — без добавления NaF;
- III, IV — с добавлением NaF;
- I — D-глюкоза — 2,5 мг;
- II — 2-дезоксид-D-глюконовая кислота — 2,5 мг;
- III — D-глюкоза — 2,5 мг;
- IV — 2-дезоксид-D-глюконовая кислота — 2,5 мг;
- V — 1% суспензия дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в 0,9 %-ном растворе KCl — 6 мл

малоновой кислоты $5,8 \cdot 10^{-2}$ М ингибировалось дыхание при использовании в качестве субстрата как глюкозы, так и 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты.

Известно, что в зависимости от концентрации некоторые ингибиторы, в том числе NaF, являются стимуляторами дыхания (7). Нами была выявлена концентрация NaF $6,2 \cdot 10^{-4}$ М, при которой дыхание стимулировалось при использовании в качестве субстрата глюкозы и резко ингибировалось при использовании 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты (рис.2). Эти данные свидетельствуют о том, что

Высокая скорость потребления кислорода при утилизации 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты, по сравнению с глюкозой, наблюдаемая и раньше [2], указывает на наличие активного транспорта данного соединения в клетки дрожжей [6].

Для выявления механизмов включения 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты в дыхательный процесс нами был использован ингибиторный метод. Следовало доказать, происходит ли утилизация этого соединения сходным путем классического катаболизма глюкозы или же 2-дезоксид-D-глюконовая кислота превращается по альтернативному пути.

Ингибиторы дыхания — фтористый натрий и малоновая кислота — добавлялись за 20-30 минут до внесения субстрата. При использовании NaF концентрации $2,5 \cdot 10^{-3}$ М и

пути утилизации глюкозы и 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты

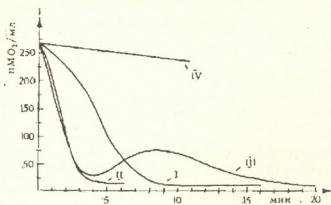


Рис.3. Влияние одновременного введения D-глюкозы и 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты на процесс дыхания:

- I – D-глюкоза – 2,5 мг;
- II – 2-дезоксид-D-глюконовая кислота – 2,5 мг;
- III – D-глюкоза – 2,5 мг + 2-дезоксид-D-глюконовая кислота – 2,5 мг;
- IV – 1% суспензия дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в 0,9% растворе KCl – 6 мл

битором пентозофосфатного цикла (8) или же конкуренция происходит за транспорт в клетку. Известно также, что 2-дезоксид-D-глюкоза является ингибитором усвоения D-глюкозы [9]. Не исключено, что 2-дезоксид-D-глюконовая кислота, по строению схожая с 2-дезоксид-D-глюкозой, также конкурирует с глюкозой, так как в транспортировке в клетку контролирующим фактором является стереоспецифическая структура [10].

Вышесказанное дает основание предположить, что пути утилизации 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты в *Saccharomyces cerevisiae*, если не полностью, то хотя бы на определенной стадии, отличаются от катаболических путей превращения глюкозы.

Тбилисский государственный
университет им.И.А.Джавахишвили

(Поступило 23.09.1993)

неодинаковы.

Эксперименты показали, что одновременное внесение в анализируемую суспензию глюкозы и 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты (в одинаковом количестве) вызывает двухступенчатое стимулирование потребления кислорода. Сопоставив кривые рис. 1 и 3, можно предположить, что первая ступень стимуляции дыхания вызвана 2-дезоксид-D-глюконовой кислотой, а вторая – глюкозой. Этот факт можно объяснить либо конкурирующим эффектом 2-дезоксид-D-глюконовой кислоты с глюкозой в катаболических превращениях, так как известно, что 2-дезоксид-D-глюконовая кислота является конкурирующим инги-

რ. გახოკიძე, ლ. ბერიაშვილი

2-დეზოქსი-D-გლუკოზის ზოგიერთი წარმოებულის გავლენა სუნთქვით პროცესზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ 2-დეზოქსი-D-გლუკონმჟავა, მისი კალციუმის მარილი და ლაქტონი განსხვავებული აქტივობით ერთვება საფუარ SACCHAROMYCES CEREVISIAE-ს სუნთქვით პროცესში.

გლუკოზისა და 2-დეზოქსი-D-გლუკონმჟავას ერთდროული მიწოდებისას, მეტაბოლურ პროცესებში, ჯერ 2-დეზოქსი-D-გლუკონმჟავა ერთვება, ხოლო შემდეგ - გლუკოზა.

ინჰიბიტორების გამოყენებით ნაჩვენებია, რომ გლუკოზისა და 2-დეზოქსი-D-გლუკონმჟავას კატაბოლური გზები განსხვავებულია.

BIOCHEMISTRY

R. Gakhokidze, L. Beriashvili

The Influence of Some 2-Deoxy-D-Glucose Derivatives on Respiratory Process

Summary

It has been shown that 2-deoxy-D-gluconic acid, its calcium salt and lactone incorporate with different activity into the respiratory process of yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

At simultaneous supply of glucose and 2-deoxy-D-gluconic acid during the metabolic process, first 2-deoxy-D-gluconic acid was incorporated, and then - glucose.

Different ways of glucose and 2-deoxy-D-gluconic acid utilization have been stated while using inhibitors.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.В.Солдатенков*. Обмен органических кислот у растений. XXX Тимирязевские чтения. М. 1971.
2. *Р.А.Гахокидзе* Сообщ. АН ГССР, **104**, 2, 1981.
3. *Н.М.Цицишвили, Р.А.Гахокидзе, Г.В.Абуладзе*. Сб. трудов Ин-та фармакохимии, вып. 16. Тбилиси, 1987.
4. *Т.И.Моснашвили*. Микробиологический анализ продуктов винограда. Тбилиси, 1969.
5. *A.Rothstein, A.D.Hayes, D.H.Jennings*. J.Gen.Physiol., 41, 1958.
6. *A.H.Rose, Y.S.Harrison*. Physiology and Biotechnology of Yeasts, 2, 1971.
7. *H.Borei*. Biochem. Z. **312**, 160, 1942. По: *Л.Уеббу*. Ингибиторы ферментов и метаболизма. М. 1966.
8. *W.S. Beck*. J. Biol. Chem. **232**, 1958.
9. *A.Kotyk, A.Kleinzeller*. Biochem. Biophys. Acta, **135**, 1967.
10. *V.P. Cirillo*. J. Vast., **95**, 1968. По: *Э.Киртадзе, Т.Курдованидзе*. Биохимические особенности вторичного спиртового брожения. Тбилиси, 1992.

ო.გორგაძე, ე.ცხადაია

აღმოსავლეთ საქართველოში გავრცელებული დიდი ციცინათელას (*Lampyris noctiluca*) ბიოლოგიის შესწავლა მისი ხელოვნურად გამრავლების მიზნით

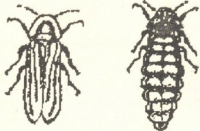
(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ. ყურაშვილმა 12.09.1993)

ციცინათელები (გვარი *Lampyris*) მიეკუთვნებიან ზოქოების რიგს. საქართველოში ცნობილია ორი სახეობა: *L.mingrelica*, რომელიც შავი ზღვის სანაპიროსა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე გვხვდება, და აღმოსავლეთ საქართველოში გავრცელებული *L.noctiluca*.

ციცინათელების მატლები მტაცებლები არიან და ბუნებაში ძირითადად მოლუსკებით იკვებიან. ამ მოლუსკებს შორის არიან ისეთი ფორმები, რომლებიც ვნებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და ტყის მცენარეულობას. ციციანათელას სხეულისაგან მიღებული ნივთიერება ლუციფერინი გამოიყენება მედიცინაში ინფარქტის დიაგნოსტიკისათვის [1]. ბუნებაში ციციანათელების დაცვას და მათი ხელოვნურად გამრავლების მეთოდების შემუშავებას გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოში ციციანათელების სახეობრივი შემადგენლობა, ბიოლოგია და გამრავლება. ამ მიზნით სამიხობო სამუშაოები ჩატარდა (1988-1990 წლის ივნისის, ივლისის, აგვისტოსა და ნოემბრის თვეებში) საგურამოს, ცხვარიჭამიას, თეზმისა და კველიანის მიმდებარე ტერიტორიებზე (მცხეთის რაიონი). აღნიშნულ რაიონში ბუნებრივი ეკოსისტემების (ფოთლოვანი ტყის, ბუჩქოვანების, საძოვარი მინდვრების) და აგროცენოზების შესწავლისას გამოვლენილ იქნა ციციანათელას მხოლოდ ერთი სახეობა, რომელიც ლიტერატურაში დიდი ციციანათელას *L.noctiluca*-ს (ივანოვის ჭიის) სახელითაა ცნობილი [2]. აღნიშნული სახეობა იშვიათია და საჭიროებს დაცვას (სურ. 1).

მკვლევართა ნაშრომებში დიდი ციციანათელას ბიოლოგიის შესახებ სხვადასხვა მონაცემები არსებობს. ნევპორტი [3] და ფოგელი [4] თვლიან, რომ ციციანათელას ბუნებრივი განვითარების ციკლი ერთწლიანია. შვალბის [5] მონაცემებით კი იგი 3 წელს გრძელდება. შვალბი იმასაც მიუთითებს,



ა

ბ

სურ.1. დიდი ციციანათელა
ა-მამალი, ბ-დედალი

რომ ლაბორატორიულ პირობებში ოპტიმალური ტემპერატურის დროს სრული განვითარება შეიძლება მოხდეს 10-12 თვის, ხოლო დავიდოვას [6] მონაცემებით 6 თვის განმავლობაში. ასევე სხვადასხვა მოსაზრება არსებობს ციციანათელას მატლის კანის ცვლასთან დაკავშირებით. შვალბს [5] მიაჩნია, რომ მატლს 6 კანის ცვლა აქვს, ხოლო ნესესს [7] მიხედვით სამამლე მატლებს 4 კანის ცვლა ახასიათებთ, სადელდეს - 5; დავიდოვას [6]

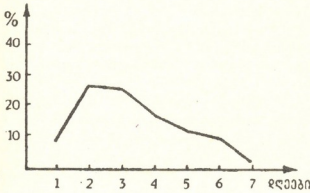


მიხედვით სამამლე მატლების უმრავლესობას აქვს 6, ზოგჯერ 7 კანის ცვლა, ხშირად სადელღეს - 8.

სეზონზე (1988 წ. ივნისი, ივლისი) შეგროვდა დიდი ციკინათელას 124 ეგზემპლარი. აქედან 74 იყო III-IV ასაკის მატლი, 32 მამალი და 18 დედალი. ბიოლოგიის შესწავლის მიზნით აღნიშნულ ციკინათელებს ვათავსებდით კიუვეტებში, სადაც იყო ნიადაგი, მწვანე ხავსი, ხმელი ბალახი, ფოთლები და კუნძები. მწვანე ხავსს დროდადრო ონკანის წყლით ვასველებდით. აღნიშნული ციკინათელები ვითარდებოდნენ როგორც ოთახის პირობებში 17-19°C-ზე, ასევე თერმოსტატში მულმივი ტემპერატურისა (22°C) და ჰაერის 93% შეფარდებითი ტენიანობის პირობებში.

მატლების საკვებად ძირითადად ვიყენებდით სხვადასხვა სახეობის მოლუსკებს, როგორცაა *Xerocecta cherbentina* (Krun), *Helix buchi* Pfr., *H. lucorum* (Krun); *Deroceras* sp., *Limax flavus* L-ს; მცენარეული საკვებიდან - პანტის, ვაშლის, ქლიავის და სხვა მცენარეთა ნაყოფებს.

ჩვენი დაკვირვებით დიდი ციკინათელას ზრდასრულ ინდივიდებში პოპულაციის პერიოდი 3-4 დღეს გრძელდება. კვერცხის დება იწყება განაყოფიერებიდან 9-10 დღის შემდეგ და გრძელდება 5-6 დღეს. ყველაზე ინტენსიური კვერცხის დება მე-2-3 დღეს აღინიშნა (სურ.2).



სურ.2. ციკინათელას კვერცხების დების დინამიკა (9-საშუალო გამოვრების მიხედვით)

თითოეულ ეგზემპლარზე ($n=7$) კვერცხების საშუალო რაოდენობა 85,5 უდრის; მინიმალურის - 52,3; მაქსიმალურის - 160-ს. სუბსტრატზე ან ხავსში კვერცხები თავსდება თითო-თითოდ, სამსამი, ხუთ-ხუთი და ხშირად ჭგუფურად. კვერცხს სფერული ფორმა აქვს და მისი დიამეტრი 1,2 მმ-ს უდრის. ციკინათელას ზრდასრული ინდივიდები არ იკვებებიან. მამალი დედლის განაყოფიერებიდან მე-3, მე-4

დღეს კვდება, ხოლო დედალი კვერცხებიდან მე-3 დღეს. ახალდადებული კვერცხი ყვითელი ფერისაა, სიბნელეში უმნიშვნელოდ ანათებს (ფოსფორის შემცველობის გამო). რვა, ცხრა დღის შემდეგ იგი ფერს იცვლის. მოყვითალო-მოთეთრო ფერისა ხდება. 15-16 დღიანი კვერცხის შუა ნაწილი მნიშვნელოვნად გამჭირვალეა. ამ პერიოდისათვის კვერცხების 95%-ში კარგად ჩანს წყვილი მოძრავი მუქი ყავისფერი ყბა (სურ.3,ა) და პასიურად მოძრავი სამი წყვილი ფეხი (სურ. 3,ბ).



სურ.3. დიდი ციკინათელას კვერცხებში ემბრიონის განვითარება დღეების მიხედვით. ა,ბ-16 დღის; გ,დ-41 დღის.

ემბრიონული განვითარება 17°C-ის პირობებში 40 დღეს გრძელდება. მატლების ინტენსიური გამოსვლა პირველი მატლის გამოჩენიდან მე-3-4 დღეს აღინიშნა; ეს პროცესი

მე-6 დღემდე გრძელდებოდა. ახლად გამოჩეკილი მატლები თეთრი ფერისაა. პირველ დღეს თითქმის არ გადაადგილდებიან. მეორე დღეს მონაცრისფრო, ხოლო მესამე დღეს მუქ ფერს იღებენ და აქტიურად იწყებენ მოძრაობას.

ორდღიანი მატლების საშუალო ($n=10$) სიგრძე 2,8 მმ-ია, 10-დღიანის - 4,5 მმ; 16-დღიანის - 5,6 მმ, ე.ი. საშუალო მატებამ 5-6 დღეში 3 მმ შეადგინა.

პირველი ასაკის მატლები 19,5°C ტემპერატურის და ჰაერის 83,5% შეფარდებით ტენიანობის პირობებში, რომელთა სხეულის საშუალო ($n=11$) სიგრძე 6,1 მმ-ია, დაახლოებით 30 დღის შემდეგ მეორე ასაკში გადადიან. ყოველ კანის ცვლას წინ უსწრებს დიაპაუზა, რომლის ხანგრძლივობა მატლის ასაკის მიხედვით სხვადასხვაა. დიდი ასაკის მატლებში იგი დაახლოებით 5 დღეს უდრის.

კანის ცვლიდან 2-3 სთ-ის შემდეგ მატლი იწყებს ჭერ პასიურ, შემდეგ აქტიურ მოძრაობას და საკვების ძებნას. ახალ კანგამოცვილ მატლს მუქი ფერი აქვს, ხოლო კანგამოუცვლელს - ღია ნაცრისფერი.

მეორე ასაკის მატლის ზრდა-განვითარების ხანგრძლივობა 45 დღეს მოიცავს. ეს პერიოდი მატლების შემდგომი ზრდა-განვითარებისათვის მნიშვნელოვანია, რადგან მატლების დიდი რაოდენობა გაუარკვეველი მიზეზების გამო მეორე ასაკში იხოცება. მატლების მხოლოდ მცირე რაოდენობა აღწევს ზრდასრულ ფორმას.

მესამე და მეოთხე ასაკის მატლების განვითარება თითო-თითო თვით შემოიფარგლება, ხოლო კანის ცვლის პროცესი 5-6 დღეს გრძელდება. მესამე კანის ცვლა აღსანიშნავია იმით, რომ ამ ასაკში მატლი ინტენსიურად ვითარდება. მისი საშუალო ($n=10$) სიგრძე 21,5 მმ-ია, მაქსიმალური სიდიდე კი - 37 მმ.

გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ლაბორატორიულ პირობებში 20-21°C ტემპერატურაზე ციკინათელების გენერაცია 9 თვის განმავლობაში დასრულდა. მივიღეთ ზრდასრული ფორმების 40% მამალი და 60% დედალი. მამლებს 6 კანის ცვლა აღენიშნათ, ხოლო დედლების უმრავლესობას - 7.

პირველ წელს ციკინათელების გამრავლების შესწავლისას ზრდასრულ ფორმას მიაღწია ოცმა პროცენტმა. ამ შემთხვევაში სტაბილური არ იყო არც ტემპერატურა და არც ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა; ხოლო სტაბილური პირობების (22°C-სა და ჰაერის 93% შეფარდ. ტენიანობის) შემთხვევაში ზრდასრული ინდივიდების 38% იქნა მიღებული.

იმის გამო, რომ ციკინათელები ლაბორატორიულ პირობებში ძნელად მრავლდებიან, საჭიროა იმ ოპტიმალური პირობების დადგენა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ ციკინათელას მატლების მეტი რაოდენობა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.9.1993)



О.А.Горгадзе, Э.Цхадая

К изучению биологии большого светляка (*Lampyris postilusa*) в Восточной Грузии с целью искусственного размножения

Резюме

При изучении различных естественных микростанций в Восточной Грузии (Мцхетский р-н) был выявлен один вид светлячка, который из литературы известен как большой светлячок.

Установлено, что в лабораторных условиях (при температуре 19°C-22°C) развитие светлячков продолжается 9 месяцев. В процессе развития самцы 6 раз, а самки 7 раз линяют. Из исходного количества светлячков I возраста удалось получить 38% половозрелых индивидов.

ENTOMOLOGY

O. Gorgadze, E. Tskhadaia

Investigation of Biology of the Big Firefly (*Lampyris Noctiluca*) in Eastern Georgia with a View of Artificial Reproduction

Summary

Investigation of various natural microstations in Eastern Georgia (Mtskheta region) has revealed one species of the firefly which is known from the literature as the big firefly.

It was established that under laboratory conditions (at 19°C-22°C) the development of firefly continues 9 months. In the course of their development males undergo 6 moults, while females - 7 moults.

Out of the initial number of fireflies of the same age as much as 38% of sexually mature individuals was obtained.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ი. ჯამბაზიშვილი. საქართველოს ბუნება. III, 1986, 21.
2. Биологический энциклопедический словарь. Под ред. М.С. Гилярова. М., 1989, 560-561.
3. G. Newport. J. Innean. Soc. Zool. 1, London. 1857, 40-71.
4. R. Vogel. Z. Naturwiss Zool. N2, 291-422, Bd., 1915.
5. H.H. Schwalb. Zool. J. Abt f. System. Bd. 88, 1961, 306-551.
6. Э.Д. Давидова. Зоол. ж. XLV, 7, 1966, 1023-1032.
7. J. Naisse. C.R. Acad. Sci., 256, 3, 799-800, Paris, 1963.

ზ. ტაბიძე, ლ. ცინცაძე

ინტელექტუალური შრომით დაკავებულ ჯანმრთელ პირთა ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ასათიანმა 17.11.1993)

ცოცხალი ორგანიზმებისათვის დამახასიათებელი ბიოლოგიური რიტმები ჰემოკოაგულაციის შესწავლისასაც ვლინდება. ჯანმრთელ პირთა შემდეგდებელი და ანტიშემდეგდებელი ფერმენტების აქტივობის დონე, თრომბოციტების რაოდენობა და მათი ფუნქციური მდგომარეობა ავლენენ დღელამურ და რიტმულ მერყეობებს [1-3].

საცხოვრებელი გარემო, კლიმატი, წელიწადის დრო უდავო გავლენას ახდენენ ჰემოსტაზის სისტემის მაჩვენებლებზე [1,4]. ჯანმრთელ დონორთა ჰემოკოაგულაციაზე გავლენას ახდენს მათი პროფესია, სამუშაოს ხასიათი [1,5].

საქართველოს ჯანმრთელი მოსახლეობის ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლებს ნორმის დადგენის მიზნით, ფიქრობთ, აუცილებელია სხვადასხვა რეგიონის მოსახლეობის ცალკეულ ჯგუფებში ჰემოსტაზის სისტემის შესწავლა და ამ მონაცემების ურთიერთშედარება. გამოსაკვლევი ცალკეული ჯგუფები ერთგვაროვანი უნდა იყვნენ საცხოვრებელი რეგიონისა და საქმიანობის მიხედვით. ამასთან, საინტერესოა სხვადასხვა წლებში შესწავლილი ჯანმრთელი მოსახლეობის ცალკეული ჯგუფების მონაცემების ურთიერთშედარება.

ჩვენ შევისწავლეთ ქ.თბილისის ჯანმრთელი მოსახლეობის ცალკეული ჯგუფების ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები და შევადარეთ ისინი ქ.ბათუმის ჯანმრთელი მოსახლეობის ჯგუფის მონაცემებს. ძირითადად გამოვიკვლიეთ ქართველი სტუდენტები და მოსამსახურეები, დაკავებულნი ინტელექტუალური შრომით. ქ.თბილისში გამოკვლევები ჩატარებულია სამ ეტაპად: I ჯგუფში შევიდა 1974-1976 წლებში ჩვენ მიერ გამოკვლეული 28 სტუდენტი და მოსამსახურე [6]; II ჯგუფში - 1985-1989 წწ. შესწავლილი ასეთივე კონტინგენტის 60 ჯანმრთელი პირი [7], III ჯგუფი შეადგინა 1992-1993 წლებში გამოკვლეულმა 26 თბილისელმა სტუდენტმა და მოსამსახურემ; IV ჯგუფი შეადგინა 1992-1993 წლებში ქ.ბათუმში შესწავლილმა 24 ჯანმრთელმა სტუდენტმა და მოსამსახურემ, დაკავებულმა გონებრივი შრომით. ოთხივე ჯგუფში შევიდნენ 20-დან 45 წლამდე ასაკის პირები.

ჰემოკოაგულაციას ვიკვლევდით თანამედროვე ბიოქიმიური სინჯარული მეთოდებით: სისხლის შედედების დროს წამებში - ლისა და უაიტის მეთოდით, პლაზმის რეკალციფიკაციის დროს (წმ) ბერგერჰოფის და როკას, თრომბოციტების ხარისხს ფუნტე-იტას მეთოდით, ფიბრინოგენის კონცენტრაციას (გ/ლ) რ.რუტბერგის, პროთრომბინის ინდექსს (%) ჭვიკის, პროთრომბინის მოხმარებას (წმ) მ.მაჩაბლის, კოლტის რეტრაქციას მაკფარლანის, პლაზმის ტოლერანტობას ჰეპარინისადმი (წმ) სიგის მეთოდით, B-ფიბრინოგენის კომაინისა და ლიონისის; თრომბინისა (წმ) და ჰეპარინის დროს (წმ) ე.სირმას, ფიბრინოლიზურ აქტივობას (%) მ.კოტოვშიკოვასა და ბ.უზნიკის მეთოდით. ქ.თბილისის მოსახლეობაში 1985-1989 და 1992-1993 წლებში ფიბრინოლიზური აქტივობა შევისწავლეთ ეუგლობულიზური

კოლტის ლიზისის დროს (წთ) მიხედვითაც ე.კოვალსკის მეთოდით. თრომბოციტების ადჰეზივობას ვსაზღვრავდით ვ.ბალუდას მიერ მოდიფიცირებული რაიტის მეთოდით. მიღებული მონაცემები დავამუშავეთ ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით. გამოკვლევის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

ცხრილი
ინტელექტუალური შრომით დაკავებული თბილისისა და ბათუმის ჯანმრთელი მოსახლეობის ზოგიერთი ცალკეული ჯგუფის ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები (M±m)

№	მაჩვენებელი	თბილისის ჯანმრთელი მოსახლეობა			ბათუმის ჯანმრთელი მოსახლეობა
		1974-1976 წწ. n=28	1985-1989 წწ. n=60	1992-1993 წწ. n=26	1992-1993 წწ. n=24
1.	სისხლის შედღებების დრო (წმ)	442,1±23,9	413,3±13,3	458,5±16,2	440,3±19,1
2.	პლაზმის რეკალციფიკა- ციის დრო (წმ)	107,0±3,0	109,3±1,6	106,8±1,1	105,1±1,7
3.	თრომბოციტის ხარისხი	3,5±0,1	3,6±0,1	5,6±0,1*	3,4±0,2
4.	ფიბრინოგენის კონცენტრაცია (გ/ლ)	2,45±0,07	2,74±0,07	3,2±0,2*	2,66±0,04
5.	პროთრომბინის ინდექსი (%)	82,7±1,9	77,9±0,97	87,3±1,0*	74,7±0,7*
6.	პროთრომბინის მოხმარება (წმ)	35,4±0,7	33,8±0,5	46,9±0,5*	35,6±0,8
7.	სისხლის კოლ- ტის რეტრაქცია (%)	52,4±1,3	51,7±0,8	52,1±1,1	53,6±1,1
8.	თრომბინის დრო (წმ)	33,1±0,7	32,1±0,4	28,8±0,4*	36,9±0,9*
9.	ჰეპარინის დრო (წმ)	7,5±0,4	8,4±0,3	8,8±0,6	6,1±0,4
10.	პლაზმის ტო- ლერანტობა ჰეპარინისადმი (წმ)	467,7±18,1	435,4±1,0	332,4±10,8*	426,0±6,3
11.	ფიბრინოლი- ზური აქტივობა (%)	12,1±0,5	11,97±0,5	8,9±0,3*	12,9±0,4
12.	ეუგლობული- ნური კოლტის ლიზისის დრო (წთ)	-	246,5±5,8	319,5±5,6*	-
13.	თრომბოციტე- ბის ადჰეზივობა (%)	26,8±0,6	25,3±0,3	29,5±0,5*	-

*ვარსკვლავით აღნიშნულია სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობა სხვა წლების შესაბამის მაჩვენებლებთან



ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები 1974-1976 წწ. და 1985-1989 წწ. გამოკვლევულ თბილისელებში პრაქტიკულად არ განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან. ლიტერატურულ ნორმებთან [8,9] შედარებისას ორივე ჯგუფში აღინიშნებოდა ნორმოკოაგულემია. თითოეული მაჩვენებლის მერყეობის ფარგლებიც დიდი არ იყო.

მათგან საგრძნობლად განსხვავდებოდა 1992-1993 წლებში შესწავლილი თბილისელების ჰემოკოაგულაცია. მართალია, ეს მაჩვენებლები პრაქტიკულად თავსდებოდა ლიტერატურულ ნორმებში [8,9], მაგრამ I და II ჯგუფთან შედარებისას ავლენდნენ გამოხატულ ჰიპერკოაგულემიას. I და II ჯგუფის შესაბამის მაჩვენებლებთან შედარებით სტატისტიკურად სარწმუნო იყო თრომბოციტის ხარისხის და ფიბრინოგენის კონცენტრაციის მომატება, პროთრომბინის მაღალი ინდექსი, პროთრომბინის მოხმარების გაძლიერება, პლაზმის მომატებული ტოლერანტობა ჰეპარინისადმი, თრომბოციტების ადჰეზივობის ფუნქციის გაძლიერება. აღნიშნული მონაცემები მიუთითებდნენ შემდეგდებელი ფაქტორების გააქტივებაზე.

ანტიშემდეგდებელი სისტემის აქტივობის დაქვეითებაზე სტატისტიკურად სარწმუნოდ მეტყველებდნენ თრომბინის დროის შემოკლება და ფიბრინოლიზის დათრგუნვა, გამოვლენილი, როგორც მ.კოტოვშიკოვასა და ბ.კუზნიკის მეთოდით, ისე განსაკუთრებით - ეულგობულინური კოლტის ლიზისის დროის გახანგრძლივებით.

სადღეისოდ, მრავალი ავტორი მიიჩნევს, რომ ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარეობს პერმანენტული სისხლმილშიდა შედეგება [10], რაც სისხლმილშიდა მიკროშედგებად ფასდება [11] და ჩვეულებრივი ლაბორატორიული მეთოდებით ვერ დგინდება [11]. მულმივი ფიბრინწარმოქმნა სისხლძარღვებში ნორმალური მოვლენაა, ხოლო წარმოქმნილი ფიბრინის უტილიზაცია ხდება სისხლძარღვის კედლის მშენებარე პროცესებში. ამასთანავე, წარმოქმნილი ფიბრინი განიცდის ლიზისის სისხლძარღვთა ინტიმის ფიბრინოლიზური ფერმენტებით და ფაგოციტირებას - ლეიკოციტებით. გარკვეულ პირობებში, მაგალითად ფსიქოემოციური სტრესის, გადაძაბვების დროს ხდება ფიბრინოლიზური სისტემის თანდათანობით გამოფიტვა ან მისი აქტივობის დაქვეითება [12]. ასეთ დროს შეიძლება ორგანიზმში მულმივად არსებული ფიბრინწარმოქმნა უფრო გამოკვეთილად გამოვლინდეს ჩვეულებრივი ლაბორატორიული გამოკვლევებისას. განხილული III ჯგუფი წარმოადგენდა 1992-1993 წლებში გამოკვლეულ თბილისელ მოსახლეობას და არ არის გამორიცხული, რომ შემდეგდებელ ფერმენტთა გააქტივება და ანტიშემდეგდებელ ფერმენტთა აქტივობის დაქვეითება (თრომბინის დროის შემოკლება, დაქვეითებული ფიბრინოლიზი) გამოწვეული იყოს იმ ხანგრძლივი ფსიქოემოციური სტრესით, რასაც უდავოდ განიცდიდა თბილისის მოსახლეობა 1992-1993 წლებში.

საინტერესოა, რომ ქ.ბათუმის მოსახლეობის შესწავლილ ჯგუფში ჰემოკოაგულაციის მონაცემები პრაქტიკულად არ განსხვავდებოდნენ ქ.თბილისის I და II ჯგუფისაგან, მხოლოდ, მათთან შედარებით დაბალი იყო პროთრომბინის ინდექსი და გახანგრძლივებული - თრომბინის დრო. B ფიბრინოგენი არცერთ ამ ოთხ ჯგუფში არ გამოვლენილა. მიუხედავად I, II, და IV ჯგუფებს შორის დიდი გეოგრაფიული, კლიმატური, ყოფითი და დროითი სხვაობისა მათი მონაცემები ბაცილებით უფრო ახლოს იდგნენ ერთმანეთთან, ვიდრე 1992-1993 წლებში

თბილისელი მოსახლეობის ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები. საყურადღებოა ისიც, რომ თბილისის მოსახლეობის ჰემოკოაგულაციის ნორმები 1974-1976 და 1985-1989 წლებში, ე.ი. 11-15 წლის ინტერვალში ფაქტობრივ ერთნაირი იყო, ხოლო 1985-1989 წლების შემდეგ, უკვე 1992-1993 წლებში სტატისტიკურად სარწმუნოდ განსხვავდებოდა წინა წლების ნორმებისაგან (თუმცა ზოგადად ლიტერატურული ნორმებიდან მნიშვნელოვან გადახრას აღვილი არ ჰქონია).

ამგვარად, 1974-1976 და 1985-1989 წლებში ქ.თბილისში და 1992-1993 წლებში ქ.ბათუმის ჯანმრთელ, გონებრივი შრომით დასაქმებულ მოსახლეობაში ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლები პრაქტიკულად არ განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან, მიუხედავად ამ ჯგუფებს შორის დიდი გეოგრაფიული, კლიმატური, ყოფითი და დროითი სხვაობისა. მაშინ, როცა იმავე თბილისის მოსახლეობაში 1992-1993 წლებში წინა წლებთან შედარებით ნორმების შეცვლა გამოვლინდა. I, II და IV ჯგუფებთან მათი შედარებისას გამოიკვეთა გარკვეული ჰიპერკოაგულემიური ძვრა ფიბრინოლიზის დაქვეითებით, თუმცა ლიტერატურული ნორმების მიხედვით III ჯგუფის მონაცემებიც ნორმოკოაგულემიად უნდა შეფასდეს. ასეთი განსხვავება წინა წლებთან შედარებით შესაძლოა გამოწვეული იყოს 1992-1993 წლებში თბილისის მოსახლეობის ხანგრძლივი სტრესული მდგომარეობით.

მიღებული შედეგები გვაფიქრებინებს, რომ სამეცნიერო და პრაქტიკული კვლევის სიზუსტის გაუმჯობესების მიზნით ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლების ნორმები ყოველ 3-4 წელიწადში უნდა იქნეს გადამოწმებული, განსაკუთრებით გარემო პირობების მნიშვნელოვანი ცვლილებებისა და დიდი სოციალური ძვრების დროს.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
 უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 27.01.1994)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

З.Ш.Табидзе, Л.А.Цинцадзе

Показатели гемокоагуляции здоровых лиц, занятых умственным трудом

Резюме

Исследованы показатели гемокоагуляции здоровых лиц, занятых умственным трудом. Показатели гемокоагуляции изученных групп здорового населения Тбилиси в 1974-1976, 1985-1989 гг. и Батуми в 1992-1993 гг. были практически одинаковы. По сравнению с ними, в 1992-1993 гг. у группы здоровых лиц Тбилиси выявлена некоторая склонность к гиперкоагулемии, однако уступающая в литературные нормы.

Выявленные в 1992-1993 гг. у группы здорового населения Тбилиси повышение адгезивности тромбоцитов, концентрации фибриногена, протромбинового индекса, усиленное потребление протромбина и снижение фибринолитической активности, по сравнению с исследованиями прошлых лет, могут быть следствием длительного стресса, вызванного психосоциальным перенапряжением жителей г. Тбилиси в 1992-1993 гг.

Z.Tabidze, L.Tsintsadze

Hemocoagulation Values in Healthy Persons Busy in Mental Work

Summary

Hemocoagulation values of separate groups of healthy population in Tbilisi in 1974-1976, 1985-1989 and in Batumi in 1992-1993 are practically the same. In comparison with these values in 1992-1993 in Tbilisi healthy group some turn for hypercoagulation was revealed, though it was within the literary standards. The persons of mental work have been investigated.

The increase of thrombocytes adhesion, fibrinogen concentration, prothrombin index, prothrombin consumption and decreased fibrinolytic activity revealed in group of Tbilisi healthy population as compared to the past years investigations may be the result of prolonged stress, caused by psychosocial overstrain of Tbilisi population in 1992-1993 years.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *J.P.Blum. Vie med.*, 65, 11/12, 1984, 435-440.
2. *R.D'angelo, C.Albanese, G.M.Rocchini. G.Geront.*, 35, 8, 1987, 624-625.
3. *C.Kluft, A.F.H.Jie, D.C.Rijken. Thrombos. Haemostasis.* 59, 2, 1988, 329-332.
4. *В.П.Мищенко, И.Н.Звягольская, С.И.Сорокина. Гематол. и трансфузиол.*, 8, 1986, 43-46.
5. *В.И.Припутницкий. Лабор. дело*, 2, 1973, 96-98.
6. *З.Ш.Табидзе. Автореф. канд. дисс. Тбилиси*, 1978.
7. *З.Ш.Табидзе. Автореф. докт. дисс. Тбилиси*, 1991.
8. *Лабораторные методы исследования в клинике*, М., 1987.
9. *З.С.Баркаган. В кн.: Руководство по гематологии*, т.2. М., 1985, 160-188.
10. *Д.М.Зубаиров. Казанский мед. журн.*, I, 1976, 62-67.
11. *D.G.McKay. Proceedings of the Institute of Medicine of Chicago*, N 29, 1972, 86-98.
12. *Г.В.Андреев. Фибринолиз*. М., 1979, 351.

УДК 615.835+616-006

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И.Ш. Надирадзе, И.К. Дидебулидзе, Т.Г. Туразашвили

Перспективы аэроионотерапии в клинической онкологии

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.И. Деканосидзе 6.04.1993)

Казалось бы адекватная, с точки зрения качества, дозы, пути и режима введения препарата, но все же недостаточно эффективная в ряде случаев гепаринотерапия, даже дополненная антиагрегантами, а также относительно высокая стоимость гепарина, необходимость при применении больших его доз тщательного лабораторного контроля и опасность использования антикоагулянта при неуверенности в отсутствии зияющего кровоточащего сосуда побуждают к поискам новых путей и методов профилактики и лечения тромбогеморрагических осложнений у онкологических больных.

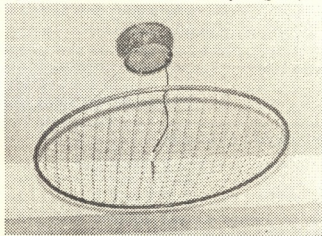
В этом плане большой интерес представляет так называемая электроэфлювиальная „люстра Чижевского“, позволяющая ионизировать кислород воздуха отрицательным зарядом, целебные свойства которого к настоящему времени не должны вызывать сомнений. В этой связи следует в первую очередь знать, что гепарин, являющийся универсальным регулятором тканевого обмена, прерывает цепь патологических тромбогеморрагических реакций в самом начале, препятствует прогрессированию „расслоения“ тканей и способствует их купированию именно благодаря своему отрицательному заряду, легко отдаваемому карбоксильной и SO_3^- группами. Причем лучшим, чем гепарин, антитромбином, осуществляющим внутренний органический электрообмен, медицина пока не обладает; не может заменить известный стандартный препарат и низкомолекулярный гепарин, способный проникать сквозь кожу, который вместе с уменьшением молекулярного веса теряет отрицательный заряд и антитромбиновые свойства.

Аэроионификация с использованием „люстры Чижевского“ позволяет осуществлять внешний электрообмен [1], следствием чего является медленное естественное восстановление утраченного организмом отрицательного потенциала. Вспышка принесенного кислородом отрицательного заряда – каталитическая реакция, которая, по нашей гипотезе, разыгрывается в непрерывно перемещающемся в альвеолах сурфактанте, в его углеводной, мукополисахаридной, обогатщенной протеогликанами решетчатой гипофазе, прилегающей к подвижным мембранам альвеол; после биокаталитической вспышки в альвеолярном сурфактанте отрицательные ионы разносятся кровью по тканям, что сопровождается вспышками отрицательной полярности при встрече с сурфактантом других структур и органов [2]. Интересно отметить в

этой связи, что гемоглобин является не только переносчиком кислорода, но и одних электронов в глобиновой цепи [3]. Это раскрывает причину благоприятного действия гепарина, лишённого кислорода, на внутренний органический электрообмен. Глобин — шарик простого белка типа альбумина, придающий гемму способность связываться с кислородом и, по нашему мнению, осуществляющий электрообмен в тканях, в состав которых он входит.

Глубокий анализ большого фактического материала А.А. Чижевского и данных зарубежной литературы о природе и значении сурфактанта позволил М.С. Мачабели предложить новую, современную формулировку тромбгеморрагического синдрома (ТГС): „Это симптомокомплекс, сопровождающий патологию и экстремальные воздействия на живые системы, обусловленный универсальным и неспецифическим свойством белков, жиров и углеводов, клеток и тканей обратимо и необратимо сгущаться, вследствие падения отрицательного заряда, затем расслаиваться на компоненты различной плотности и растворяться...“, причем берет он начало с „нарушения внешнего и внутреннего (организменного) электрообмена, местного и генерализованного, заключающегося в потере отрицательного заряда прежде всего в сурфактанте, в его протеогликановой фазе, а потом и других структурах, в клетках и тканях организма“ [4].

Нами разработана новая схема аэроионизатора („люстры Чижевского“) и на ее основе создан аппарат, отвечающий всем технико-биологическим требованиям, предъявляемым к подобного рода электроконструкциям. Люстра представляет собой импульсный высоковольтный блок с излучателем, подвешиваемый к потолку. Концентрация отрицательных ионов (частиц), создаваемая аэроионизатором, — до $20\,000$ в см^3 воздуха (рис.).



Предварительные результаты клинической апробации подтверждают несомненную перспективность метода: по сравнению с аналогичным контингентом гепаринизированных больных, не получивших аэроионотерапии, степень выраженности тромбгеморрагических осложнений, особенно легочных (бронхопневмоний), у больных, находившихся в насыщенном отрицательными аэроионами микроклимате, созданном электроэффлювиальной „люстрой Чижевского“, оказалась гораздо ниже; соответственно значительно укорачивались (на 4-6 суток) сроки их купирования и уменьшались затраты гепарина на патогенетическую терапию.

С учетом особенностей механизма воздействия на организм аэроионизации, из вышесказанного следует, что „люстру Чижевского“



с успехом можно использовать не только с лечебной целью (в первую очередь для повышения эффективности гепаринотерапии), т.е. при сформировавшемся, манифестирующем, принимающем острое течение ТГС, но и для профилактики последнего как у оперированных больных, непосредственно после хирургического вмешательства до возможного развития тромбогеморрагических осложнений, так и у пациентов, находящихся на химиотерапевтическом лечении или получающих лучевую терапию. Причем профилактическое применение аэроионификации, по нашему мнению, может быть и самостоятельным, без дополнения ею гепаринизации.

Онкологический научный центр
МЗ и СО Грузии

(Поступило 15.04.1993)

მეცნიერების ცენტრი

ი.ნადირაძე, ი.დიდებულძე, თ.ტურაზაშვილი

აეროიონოთერაპიის პერსპექტივები კლინიკურ ონკოლოგიაში

რეზიუმე

შემუშავებული და აპრობირებულია აეროიონიზატორის ახალი სქემა („ჩიევესკის ქალი“), რომელიც წარმოადგენს იმპულსურ მაღალვოლტიან ბლოკს გამომასხივებლით და ჰქმნის უარყოფითი იონების ოპტიმალურ კონცენტრაციას პაერში – 20 000-მდე სმ⁻³-ში.

იმ ჰეპარინიზებულ ავადმყოფებთან შედარებით, რომლებსაც არ ჰქონდათ ჩატარებული აეროიონოთერაპია, თრომბოპემორაგიული გართულებების ხარისხი, განსაკუთრებით ფილტვის (ბრონქოპნევმონიები), უარყოფითი აეროიონებით გაჭერებულ მიკროკლიმატში მოთავსებულ ავადმყოფებს აღმოაჩნდათ მცირე; შესაბამისად მნიშვნელოვნად დამოკლდა გართულებების კუპირების ვადა (4-6 დღით) და შემცირდა პათოგენეზურ თერაპიაზე დახარჯული ჰეპარინის რაოდენობა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I.Nadiradze, I.Didebulidze, T.Turazashvili

Perspectives of Aeroionotherapy in Clinical Oncology

Summary

The new scheme of aeroionization is worked out and approved ("Chijevsky chandelier"); it represents impulsive highvolt block with radiator and creates optimum concentration of negative ions about 20 000 per cm³.

In comparison with heparinised patients who were not subjected to ionotherapy degree of intensity of thrombohemorrhagic complications here was less, especially in the case of bronchopneumony. Accordingly the time of their recovery was significantly reduced (4-6 days). The amount of heparin used for therapy was reduced too.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

საქართველოს
საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა
აкадеმიის გამომცემი

1. *А.Л. Чижевский*. Земля во вселенной. М., 1964, 342-372, 422-442.
2. *И.Ш. Надирадзе, М.С. Мачабели*. Успехи физиологических наук АН СССР, **20**, 4, 1989, 94-109.
3. *T. Brittain*. Chem.N.Z., **50**, 2, 1986, 33-35.
4. *М.С. Мачабели*. Матер. Всесоюз. конф. „Физиология и патология гемостаза“. Полтава, 1991, 206-207.

ჭ. აფაქიძე

ძველკოლხური სახლმშენებლობის ზოგიერთი საკითხი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ო. ჯაფარიძემ 25.6.1993)

ადრებრინჯაოს ხანიდან მოყოლებული კოლხეთში საცხოვრებელ თუ სხვა სახის ნაგებობებს ხის მასალისაგან აშენებდნენ. ადგილობრივი კლიმატის პირობებში ხის ნაგებობები მეტად პრაქტიკული იყო. როგორც ცნობილია, ხე კარგად იტანს სინესტეს და ხელს უშლის შენობის შიგნით მის შემოდქვას, ხითხურობის განვითარებას ასევე ხელს უწყობდა ტყეების სიმდიდრე კოლხეთში. სამშენებლო მასალად გამოიყენებოდა მუხა და წაბლი. ასევე ხმარობდნენ ბზას, წიფელს, თხმელას, რცხილას, წყავსა და იფანს (კობიტს) [1-3].

კოლხეთის დაბლობში ბრინჯაოსა და ადრერკინის ხანაში გავრცელებული ყოფილა ძელებისა („ჯარგალი“) და წნულეებისაგან („ფაცხა“) ნაშენები სახლები. ამას ადასტურებს აღნიშნული ხანის ნამოსახლარებზე ძელებისა და წნულეებისაგან ნაგები შენობების ნაშთები. ხის ნაგებობები ბათქაშით ყოფილა შელესილი, რომლებზეც ხანძრის შემდეგ ხშირად რჩებოდა ძელებისა და წნულეების ანაბეჭდები. ხის ანაბეჭდიანი ბათქაშები დიდი რაოდენობითაა აღმოჩენილი ოჩხოშურისა და „ნაწისქვილარის“ საწარმო-ნამოსახლარებზე [4]. ძელის ანაბეჭდი შერჩენილია ნოსირის ნამოსახლარი ბორცვის II ფენაში აღმოჩენილ ერთ-ერთ ბათქაშზე [1], წნულის ანაბეჭდიანი ბათქაშები გვხვდება დათეშიძის გორაზე [5] და სხვა.

ძველი კოლხეთის სამშენებლო ტექნიკისა და კონსტრუქციის საკითხების განხილვისას ხშირად მიმართავენ ძვ.წ. I საუკუნის რომაელი ავტორის ვიტრუვიუსის ნაშრომს „ათი წიგნი არქიტექტურის შესახებ“ [6], ვიტრუვიუსის თანახმად, კოლხები აშენებდნენ ძელებისაგან ნაგებ სწორკუთხა სახლებს. ძელები ერთმანეთზე ეწყობოდა უსრული ქობით. მათ შორის რჩებოდა სივრცე, რომელიც ფათხებითა და თიხით ივსებოდა. ძელების ერთმანეთზე ასეთ დაწყობას ავტორი უსრულ ქობას უწოდებს. ნაგებობა ზევითკენ თანდათან ვიწროვდებოდა, ხოლო სახურავს პირამიდისებური ფორმა ჰქონდა [6]. თავიდანვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ვიტრუვიუსის მიერ აღწერილი „კოლხური სახლი“ არის არა ერთადერთი, არამედ ერთ-ერთი სახეობა ძველ კოლხეთში არსებული ნაგებობებისა.

ვიტრუვიუსის აღწერაზე დაყრდნობით „კოლხური სახლის“ აღდგენის ცდა მოცემული აქვთ ჯოკონდოს, ო. შუაზის, ლ. სუმბაძეს, დ. მშვენიერაძეს, ვ. გაგომიძესა და გ. ლეჟავას.

ვიტრუვიუსის ნაშრომის ტექსტის ზუსტი დაცვით „კოლხური სახლის“ რეკონსტრუქცია ეკუთვნის გ. ლეჟავას. როგორც ჩანს, ეს ნაგებობა რამდენიმე სართულისაგან შედგებოდა და ერთდროულად ასრულებდა როგორც საცხოვრებელ, ისე თავდაცვით ფუნქციას. ნაგებობაში შესასვლელი მიწის ზედაპირიდან რამდენიმე მეტრით მაღლა მდებარეობდა და მასში შესვლა შეიძლებოდა მხოლოდ კიბის საშუალებით. ამასთან, თუ გავიხსენებთ ძვ.წ. V საუკუნის ბერძენი ავტორის ქსენოფონტეს მიერ არაერთხელ ნახსენებ კოლხური ხის კომპებს [7], გ. ლეჟავას

რეკონსტრუქცია სრულიად დამაჯერებელი მოჩანს. ძველ კოლხეთში ხის კოშკების არსებობას ადასტურებს ასევე ოქროს საკიდი (ძვ.წ. I ათასწლეულის მიჯნა), რომელიც აღმოჩენილია სვანეთის თემში, სოფ. ხაიშში. ეს საკიდი განასახიერებს ხის მსხვილი მორებისაგან სრული ჯდობით ნაგებ კოლხურ კოშკს [8].

კოლხეთის ბრინჯაოსა და ადრერკინის ხანის ნაგებობების ნაშთები ძირითადად ხელოვნურ ნამოსახლარ ბორცვებზეა შემორჩენილი, თუმცა სხვა ტიპის ნამოსახლარებზეც (გაშლილი, ღია ტიპის ნამოსახლარები, საწარმო-ნამოსახლარები) არცთუ ისე იშვიათად იჩენენ თავს.

ქსენოფონტეს „ანაბასისში“ მოცემული ცნობების ანალიზის შედეგად გ. ლეჟავა ხელოვნურ ნამოსახლარ ბორცვებზე გამოყოფს ნაგებობების სამ ძირითად ტიპს: 1. სწორკუთხა ან უჯრედისებური ფორმის ერთთახიანი ძელებისაგან ნაგები ორფერდა სახურავით გადახურული შენობები; 2. ძელებისაგან ნაგები კოშკისებური ფორმის სახლები; 3. წნულებისაგან ნაშენები მრგვალი ან სწორკუთხა „ფაცხის“ ტიპის ნაგებობები [9]. პირველი ტიპის ნაგებობები წარმოადგენენ საცხოვრებელ სახლებს, მეორე ტიპის – როგორც საცხოვრებელ, ისე თავდაცვით ნაგებობებს, მესამე ტიპის კი – სამეურნეო ნაგებობებს.

ძველი ნაგებობების ნაშთები კოლხეთში ბევრგანაა მიკვლეული. ასე მაგალითად, ძელებისაგან ნაგები სწორკუთხა შენობის ნაშთები აღმოჩენილია ნოსირის ბორცვზე [1], ცხრაოთახიანი ძელური სახლის ნაშთები – ნამკედურის ბორცვზე [2], ნაოხვამუს ძელურ ნაგებობას კვერცხისებური ფორმა აქვს [10], ღიბა-გუძუბა I წარმოადგენდა რვაკუთხა შენობას, რომლის დანიშნულების დადგენა შეუძლებელი აღმოჩნდა [10]. ტამიშის ნამოსახლარზე აღმოჩენილია სწორკუთხა ფორმის ნაგებობები და მრგვალი ფორმის ხუთი მეტრი დიამეტრიანი ნახევრადმიწურები [11]. ეს აღმოჩენები იმაზე მიუთითებენ, რომ ვიტრუვიუსის „კოლხური სახლი“ არ იყო ძველკოლხური სახლების ერთადერთი მოდელი და, რომ აქ გავრცელებული ყოფილა სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების ნაგებობები. ხელოვნურ ნამოსახლარ ბორცვებზე გამოვლენილი ნაგებობები მრავალფეროვნებით ხასიათდებიან როგორც ტიპოლოგიურად, ისე ფუნქციონალურად. ასე რომ, არქეოლოგიური მონაცემები მხარს უჭერენ გ. ლეჟავას თეორიულ მოსაზრებებს.

სპეციალურ ლიტერატურაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ნოსირის ბორცვის სწორკუთხა ძელურ ნაგებობას კოჭისებური ან წაგრძელებულთალოვანი გადახურვა უნდა ჰქონოდა [12], ნაოხვამუს მრგვალ ნაგებობას – კონუსისებური სახურავი და წნული კარკასი [10].

ცხადია, ძველი კოლხური სახლების გადახურვაზე უშუალო მამტკიცებელი მონაცემების გარეშე მსჯელობა ერთობ ძნელია. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ვიტრუვიუსის აღწერით, კოლხურ სახლებს კონუსისებური ან პირამიდისებური სახურავები ჰქონდათ. არქიტექტორ ლ. სუმბაძის აზრით, სწორედ ეს ელემენტი არის ვიტრუვიუსის „კოლხური სახლის“ სამშენებლო ტექნიკის მთავარი მიღწევა [13]. ხაიშში აღმოჩენილი საკიდის მიხედვით კი კოლხეთში, როგორც ჩანს, გამოყენებანი ყოფილა ორფერდა სახურავებიც.

როგორც ვხედავთ, ძველ კოლხეთში სახლების გადახურვის სხვადასხვა ტიპი (კონუსისებური, პირამიდისებური, კოჭისებური, წაგრძელებულ-თალოვანი, ორფერდა) არსებულა. ნაგებობების კედლებსაც სხვადასხვა ტექნიკით აშენებდნენ (ძელების სრული ან უსრული ჯდობით). სამშენებლო მასალად გამოიყენებოდა სხვადასხვა ჯიშის ხე, რომლითაც კოლხეთი ძალზე მდიდარი იყო. ყველა ეს მონაცემი



მიუთითებს ბრინჯაოსა და ადრერკინის ხანაში კოლხეთში მალალგანვითარებული და დახვეწილი სამშენებლო ტექნიკის არსებობაზე.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტის
სოხუმის ფილიალი

(შემოვიდა 30.06.1993)

АРХЕОЛОГИЯ

Д.Б. Апакидзе

Некоторые вопросы древнеколхского домостроительства

Резюме

На поселениях Колхиды эпохи бронзы и раннего железа обнаружены остатки срубных и плетневых построек — дома типа „Джаргвали“ и „пацха“. Срубные дома строили как с врубкой с остатком, так и без врубки. Строили прямоугольные и ячеечные одно- или многокомнатные срубные сооружения. Были распространены также бревенчатые дома башенного типа. Плетневые постройки имели угловатые очертания в плане. Постройки перекрывали конусообразным, пирамидообразным, балочным, продольно сводчатым и двускатным перекрытием. Строительным материалом, в основном, использовались дуб и каштан. Применялись также самшит, бук, ольха, граб, лавровишня и ясень.

Анализ археологических и исторических источников свидетельствует о существовании довольно развитой строительной техники в Колхиде в эпоху бронзы и раннего железа.

ARCHAEOLOGY

J. Apakidze

Some Questions of Ancient Colchian House-Building

Summary

Remnants of felled-tree and wattle structures have been discovered at Colchian sites of the Bronze and Early Iron Ages, representing respectively jargvali- and patskha-type dwellings. The logs of felled-tree dwellings might have both ends cut in to allow closely-fitting arrangement, or were laid one on another. Felled-tree structures of one or many rooms were rectangular or cell-like in shape. Tower-type log-dwellings also occurred. Wattle structures were of angular outline in plan. The dwellings had conical, pyramidal, beam, longitudinal arch and gable roofs. Chiefly oak and chestnut served as the building material. Boxwood, beech, alder, hornbeam, cherry-laurel and ash-tree were also used.

An analysis of archaeological and historical sources points to the existence of a fairly developed building technique in Colchis in the Bronze and Early Iron Ages.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ე.გოგაძე. კოლხეთის ბრინჯაოსა და ადრერკინის ხანის ნამოსახლართა კულტურა. თბილისი, 1982.
2. *Т.К. Микеладзе, Д.А. Хахутаишвили.* Древнеколхидское поселение Намчедури. Тбилиси, 1985.
3. *В.Л. Менабде.* Сообщ. Груз. филиала АН СССР, №64, 1940.
4. *Д.Б. Апакидзе.* Центральная Колхида в эпоху поздней бронзы-раннего железа. Тбилиси, 1991.
5. *ლ.ჭიჭია.* ძეგლის მუგობარი, №46, 1977.
6. *Витрувий.* Десять книг об архитектуре (перевод Ф. Петровского), т. I, ВАА, 1936.
7. *თ. შიქელაძე.* ქსენოფონტეს „ანაბასისი“. თბილისი, 1967.
8. *М.И. Джавахиери.* ВДИ, №2, 1981.
9. *გ. ლეჟავა.* საქ. მეცნ. აკად. მაცნე, №3, 1972.
10. *Б.А. Куфтин.* Материалы к археологии Колхиды. Т. II. Тбилиси, 1950.
11. *А.Н. Габелия.* Автореф. канд. дисс. М., 1984.
12. *А.И. Джавахишвили.* Строительное дело и архитектура поселений Южного Кавказа V-III тыс. до н.э. Тбилиси, 1973.
13. *А.З. Сумбадзе.* Колхидское жилище по Витрувию. Тбилиси, 1960.

ნ.ძოწენიძე

წონისა და ფიზიკური ძალის აღმნიშვნელ ზედსართავ სახელთა მნიშვნელობისათვის ინგლისურ ენაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ.წერეთელმა 23.2.1995)

ადამიანის გარეგნობის აღმნიშვნელი ზედსართავი სახელების კვლევისას ჩვენი ყურადღება მიიპყრო ზედსართავი სახელის მიერ გადმოცემული ნიშნის შეფარდებამ იმასთან, რასაც თანამედროვე ლინგვისტიკაში უწოდებენ „ნორმას“ ან „ათვლის წერტილს“ ([1], 35-40, [2], 18-23).

„წონის“ ნიშნის შემცველ ზედსართავ სახელებში ბუნებრივად უპირისპირდება ერთმანეთს ისეთი ორი ანტონიმური დაჯგუფება, რომლებიც „სიმსუქნისა“ და „სიგამბღრის“ ნიშან-თვისებებს გამოხატავენ და, შესაბამისად, „სიმსუქნისა“ და „სიგამბღრის“ სემანტიკურ კომპონენტებს შეიცავენ.

ასეთია, ერთი მხრივ: thin, haggard, bony, slim, slender და ა.შ., და მეორე მხრივ: fat, stout, round, fleshy, rotund, dumpy და ა.შ. ეს ზედსართავი სახელები შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც „მსუქანი-ნორმა-გამბღარი“ ანტონიმური რიგის კიდურა წევრები. ამ ანტონიმური რიგის ორივე მხარე თავის მხრივ სინონიმური რიგის ზედსართავებით არის წარმოდგენილი და თითოეული სინონიმური რიგი თავისებურ დამოკიდებულებას ავლენს მთქმელის აზროვნებაში არსებულ „ნორმასთან“. ამასთან, „ათვლის წერტილი“ ამ შემთხვევაში მიემართება არა ზოგადად „წონის“ ცნებისაკენ, არამედ მის ვიწრო სახესხვაობებს- „სიმსუქნეს“ ან „სიგამბღრეს“ ეხება.

„სიგამბღრის“ კომპონენტი ისეთი ზედსართავი სახელების სემანტიკური სტრუქტურის ბირთვია, როგორცაა: gaunt, haggard, bony, scrawny, thin, spare, meagre, scraggy, skinny, wiry.

დავიმოწმეთ ზოგიერთი ლეფინიცია განმარტებითი ლექსიკონებიდან: thin -2. having little fat on the body; not fat.

scrawny-derog (of people, animals, or parts of the body) without much flesh on the bones

skinny-derog (esp. of people) thin, without much flesh

spare - rather thin; lean [3].

„სიგამბღრე“ ერთ-ერთ კომპონენტად შედის შემდეგი ზედსართავი სახელების სემანტიკურ სტრუქტურებშიც: weedy, wizened, wispy, lanky, peaked, slender, slim, spindly, angular, spindle-legged, lank, willowy, slight, svelte.

ზემოთ დასახელებული ზედსართავი სახელების „ნორმასთან“ დამოკიდებულების მიხედვით ორი ურთიერთდაპირისპირებული ჯგუფი გამოიყოფა: ერთი მხრივ: slim, slender, petite, svelte და ა.შ. და, მეორე მხრივ: gaunt, bony, scrawny და ა.შ. პირველი ჯგუფის ზედსართავი სახელების სემანტიკურ სტრუქტურებში სიგამბღრის კომპონენტი ელემენტურობას, გრაციოზულობას, მოქნილობას უკავშირდება და, ბუნებრივია, დადებით ნიშნად აღიქმება. ნათქვამის საილუსტრაციოდ შემდეგი ტიპის

დეფინიციები გამოდგება: small in width or for the length or height; ...of small girth or thickness, ...of long narrow shape და ა.შ. როგორც ვხედავთ, მოყვანილი დეფინიციები ხაზს უსვამენ არა იმდენად სიგამზდრის, ნაკლები წონის არსებობას, რამდენადაც ადამიანის სხეულის ცალკეული ნაწილების თანაფარდობით შექმნილ სასიამოვნო გარეგნულ ეფექტს [4].

ზედსართავი სახელების მეორე ჯგუფი, gaunt, bony, scrawny, scraggy, skinny, emaciated ზედსართავი სახელებისაგან რომ შედგება, გამოხატავს სიგამზდრის ისეთ ხარისხს, რომელიც ათვლის წერტილად მიღებულ ნორმაზე მეტია და განაპირობებს მათს უარყოფით ემოციურ ეფექტს.

დასახელებული ზედსართავი სახელებით გადმოცემული ნიშანთვისების ინტენსივობის მარკერად გვევლინებიან დეფინიციებში შემდეგი ინტენსიფიკატორები: very, extremely, excessively, რომლებიც ლექსიკონის დეფინიციებში ყველაზე ხშირად thin ზედსართავ სახელთან, ხანდახან კი lean და spare ზედსართავებთანაც იხმარებიან, მაგ. excessively thin (ზედსართავისათვის scrawny [5]), very lean or thin (ზედსართავისათვის skinny [6]) და ა.შ. ასეთ დეფინიციებში thin, lean და spare ზედსართავი სახელების ხმარება იმაზე მეტყველებს, რომ ამ სამი ზედსართავი სახელით გამოხატული სიგამზდრე ყველაზე ახლოა „ნორმასთან“ და, მაშასადამე, მათი მნიშვნელობები ქმნიან იმ ფონს, საიდანაც ყოველგვარი გადახრა აღიქმება როგორც სიგამზდრის დადებითი ან უარყოფითი შეფასება, და მინც, ლექსიკონების მონაცემების მიხედვით, ამ სამი ზედსართავი სახელის მიერ გადმოცემული სიგამზდრის თვალსაზრისით ყველაზე ნეიტრალურია thin. იგი ლექსიკონებში უმეტესად განმარტებულია, როგორც having little flesh ან having less than the usual proportion of fat, ე.ი. ემოციური ელფერი არ ახლავს. იგივე შეიძლება ითქვას lean და spare ზედსართავი სახელების შესახებაც, თუმცა სამივე მათგანი-thin, lean, spare დადებითი ან უარყოფითი კონოტაციური შეფერილობის მატარებელიც შეიძლება იყოს.

„სიმსუქნის“ სემანტიკური კომპონენტი შემდეგი ზედსართავი სახელების სემანტიკური სტრუქტურების ბირთვია: round, gross, fleshy, thick, fat, stout, overweight, corpulent, full, bloated, obese. მაგ. a stout man, fat figure, thick lips, plump cheeks, fleshy thighs, bloated body, gross man და ა.შ. იგი rotund, squatty, podgy, tubby, dumpy, stocky, pudgy, squat, beefy, portly, chubby ზედსართავი სახელების მნიშვნელობების ერთ-ერთი შემადგენელი კომპონენტიცაა.

Fat, fleshy, thick ზედსართავი სახელებით გამოხატული სიმსუქნე შედარებით ნეიტრალურია და ყველაზე ახლოს დგას „ნორმასთან“.

მათი მნიშვნელობები დადებით ან უარყოფით შეფერილობას იღებენ მხოლოდ კონტექსტის მიხედვით. სხვა ზედსართავ სახელებში სიმსუქნის თვისება ყოველთვის დაკავშირებულია ამ თვისების ინტენსივობის გარკვეულ ხარისხთან, მაგ. plump, full, buxom, chubby, round ზედსართავი სახელები გამოხატავენ ხორცსავსებობას, რომელიც მრგვალი, სავსე ფორმების ქონას გულისხმობს და დადებით ემოციებს იწვევს [3]. განმარტებით ლექსიკონებში ინტენსივობის ასეთი ხარისხის მაჩვენებლად გვევლინებიან ზმნიზედები somewhat, slightly, მაგ. plump განმარტებულია როგორც somewhat fleshy or fat [6], chubby-slightly fat [3] და ა.შ. ზოგი ზედსართავი სახელის დეფინიციებში პირდაპირაა მითითებული ამ ზედსართავი სახელით გადმოცემული ნიშნის დადებითი ან უარყოფითი შეფასება, მაგ. plump განმარტებულია როგორც attractively fat [7] ან pleasantly fat and rounded [4].

Corpulent, bloated, overweight, gross, obese ზედსართავი სახელები გამოხატავენ ზომაზე მეტ სიმსუქნეს, ისეთ ჭარბ წონას, რომლის გამოც ადამიანი ფორმას კარგავს, და რომელიც ხშირად რალაც დაავადების შედეგია. განმარტებით ლექსიკონებში თვისების ასეთი სიჭარბე ხშირად გადმოიცემა very, too, extremely ინტენსიფიკატორებით ან შემდეგი ტიპის სიტყვათშეთანხმებებით: exceeding the weight allowed or normal; weighing more than is considered normal, proper; having...excessive quantity of fat or flesh და ა.შ. ბუნებრივია, განხილული გვფუფის ზედსართავი სახელების მნიშვნელობებს თან ახლავს უარყოფითი ემოციური შეფასება.

ფიზიკური ძალის აღმნიშვნელი ზედსართავი სახელებიც ორ ანტონიმურ გვფუფად იყოფა. მაგალითად, ფიზიკურ ძალას გამოხატავენ strong, tough, forceful, powerful, vigorous, lusty, sound, sinewy, muscular და სხვა. ფიზიკური სისუსტე კი შემდეგი ზედსართავებით გადმოიცემა: weakly, delicate, feeble, weak, fragile, frail, slight, peaked. როგორც დიდი, ასევე მცირე ფიზიკური ძალის აღმნიშვნელი ზედსართავი სახელების მნიშვნელობებში ამ თვისებების გრადაციული ხასიათი ნაკლებადაა ნაჩვენები, ეს თავს იჩენს მხოლოდ strong-powerful, weak-feeble სინონიმურ წყვილებში, რომელთა მარჯვენა წევრები მარცხენასთან შედარებით მეტ ინტენსივობას გამოხატავენ.

საერთოდ, ფიზიკური ძალის პარამეტრის შემცველი ზედსართავი სახელების მნიშვნელობებში განსხვავებას ქმნის არა თვით ამ თვისების მეტი ან ნაკლები ინტენსივობა, არამედ მისი კომბინაციები სხვა სემანტიკურ კომპონენტებთან, მაგ. robust და strapping ზედსართავების მნიშვნელობებში დიდი ფიზიკური ძალა უთავსდება სიმადლისა და სიჭანსალის სემანტიკურკომპონენტებს, რაც საბოლოო ჯამში მის მნიშვნელობას strong ზედსართავი სახელის მნიშვნელობისაგან განსხვავებს. ამასვე ადასტურებს muscular, brawny, sinewy, athletic, burly, husky ზედსართავი სახელების სემანტიკური სტრუქტურების განხილვაც. მაგალითად: brawny-ს სემანტიკურ სტრუქტურაში დიდი ფიზიკური ძალის კომპონენტი დიდ ზომასა და კარგად განვითარებული კუნთების სისტემასაც გულისხმობს, sinewy კი, რომელიც ლექსიკონების მონაცემების თანახმად, ასეთსავე ფიზიკურ ძალას გამოხატავს, სისწრაფესა და ენერგიულობასაც მოიცავს. Athletic ზედსართავი სახელის მნიშვნელობაში, დიდი ფიზიკური ძალის გარდა, სხეულის პროპორციაც იგულისხმება.

ასეთივე სურათია იმ ზედსართავ სახელებშიც, რომლებიც არასაკმარის ფიზიკურ ძალას, სისუსტეს გამოხატავენ. მათი მნიშვნელობები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა სისუსტის ხარისხით, არამედ ამ სისუსტის გამოწვევი მიზეზით, რომლებიც აღნიშნული ზედსართავი სახელების სემანტიკურ სტრუქტურებში აისახება. მაგ. weak ზედსართავისაგან განსხვავებით, frail გამოხატავს ნაზ ფიზიკურ აგებულებას, weakly-ცუდ ჯანმრთელობას, feeble კი -უძლეურობით გამოწვეულ უმწეობას.

ამგვარად, ადამიანის წონისა და ფიზიკური ძალის აღმნიშვნელი ზედსართავი სახელებისათვის დამახასიათებელია როგორც ანტონიმური, ისე სინონიმური ურთიერთობები. ანტონიმურ ურთიერთობებს საფუძვლად უდევს ურთიერთსაპირისპირო ნიშნებისა და მათი შემცველი ზედსართავი სახელების ისეთი მიმართება „ნორმასთან“, რომელიც გამოირიცხავს ე.წ. „საშუალო წევრის“, ანუ ზუსტად, ნორმის შესაბამისი ნიშნის გამოხატველი ზედსართავი სახელის არსებობას. მეორე მხრივ, სინონიმურ მწკრივებში, რომლებიც დაპირისპირებული ნიშანთვისებების საპირისპირო პოლუსებს წარმოადგენენ, „საშუალო“ ან

„ნეიტრალური“ წევრის არსებობა გამორიცხული არ არის. „სიგამზდრისა“ და „სიმსუქნის“ კომპონენტების შემცველი ზედსართავი სახელები, რომლებიც წონის ნიშნის ანტონიმურად დაპირისპირებულ პოლუსებს ქმნიან, თავის მხრივ მწყობრ სინონიმურ რიგებს გვაძლევენ. ეს სინონიმური რიგები ხასიათდებიან გადმოცემული ნიშნის ინტენსივობის სხვადასხვა ხარისხითა და ემოციური ელფერით. ფიზიკური ძალის შემცველ ზედსართავ სახელებში ამ თვისების ინტენსივობა ნაკლებადაა გამოხატული. განსხვავებას ქმნის ფიზიკური ძალის კომბინაციები სხვა სემანტიკურ კომპონენტებთან.

ივ.ჭავჭავაძის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 24.02.1995)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Н.А.Дзотсенидзе

О значении прилагательных, обозначающих вес и физическую силу в английском языке

Резюме

Статья посвящена изучению особенностей синонимно-антонимических отношений в группах прилагательных, обозначающих вес и физическую силу человека. Как выясняется, синонимические группы прилагательных с семантическим компонентом веса проявляют разную степень передаваемого ими признака, разница же в значениях прилагательных с обозначением физической силы создается за счет разных комбинаций этого компонента с другими семантическими компонентами.

LINGUISTICS

N.Dzotsenidze

Synonymic-Antonymic Relationships Between the Adjectives Denoting Weight and Strength in the English Language

Summary

The article investigates the peculiarities of synonymic and antonymic relationships between the adjectives describing weight and physical strength as reflected in human appearance. As is stated, the synonymic groups of adjectives having the semantic component of weight in their semantic structures reveal the different degrees of intensity of the quality. Their meanings are very often evaluative too. The difference between the meanings of the adjectives with the semantic component of physical strength can be accounted for by different combinations of semantic components in their semantic structures.

အင်္ဂလိပ်စာ-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.М.Вольф*. Грамматика и семантика прилагательного. М., 1978.
2. *А.Н.Шрамм*. Очерки по семантике качественных прилагательных (на материале современного русского языка). Л., 1979.
3. Longman Dictionary of Contemporary English. Great Britain, 1980.
4. Cassel's Modern Guide to Synonyms and Related Words. London, 1971.
5. Webster's New Dictionary of Synonyms. Springfield, Massachusetts, USA, 1973.
6. A Random House Dictionary. New York, 1967.
7. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English by A.S. Hornby, London, 1974.

၇၀ ၆၆/၁

INDEX 76181

